DEFENCE R&D DÉFENSE

STRATÉGIE D'INVESTISSEMENT TECHNOLOGIQUE (SIT) 2002

dans le contexte des mesures de sécurité en pleine évolution à travers le monde

Recherche et développement pour la défense Canada | Defence Research and Development Canada

Canada

103-06366/

TABLE DES MATIÈRES

Un message du chef de la direction de R & D pour la défense Canada 2

Sommaire 3

Introduction 7

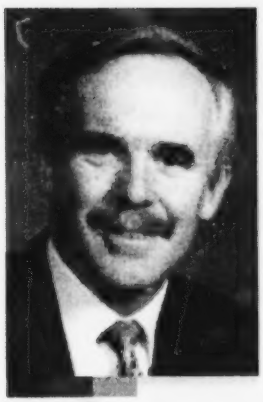
Activités de R & D

Performance et expérimentation des systèmes d'information, de commandement et de contrôle 9
Gestion de l'information et des connaissances 11
Communications 13
Facteurs humains et aide à la décision 15
Efficacité du commandement et comportement 18
Systèmes intelligents autonomes 20
Détection (aérienne et en surface) 22
Détection et contre-mesures sous-marines 25
Systèmes spatiaux 27
Guerre électro-optique 30
Guerre électronique radiofréquence 32
Guerre des réseaux d'information 35
Armes de précision 37
Efficacité des armes et contre-mesures 39
Nouveaux matériaux et biotechnologie 42
Gestion des signatures 44
Performance des plates-formes et gestion du cycle de vie 46
Techniques de survie dans divers milieux 49
Médecine opérationnelle 51
Évaluation et identification des dangers chimiques/biologiques/radiologiques et protection contre ces dangers 53
Simulation et modélisation pour l'acquisition, les besoins, les essais et l'instruction 55

Tableaux

Tableau 1 : Liens entre les activités de R & D et les capacités stratégiques 58
Tableau 2 : Liste d'acronymes 60

UN MESSAGE DU CHEF DE LA DIRECTION DE R & D POUR LA DÉFENSE CANADA



J'ai le plaisir de présenter une version actualisée de la Stratégie d'investissement technologique (SIT) dans le contexte des mesures de sécurité en pleine évolution. La version précédente, publiée il y a trois ans, avait été conçue sans tous les avantages des développements qui découlent de la Stratégie de défense 2020 et de la Planification des compétences stratégiques. En outre, nous sommes mieux en mesure de tenir compte des implications de la Révolution dans les affaires militaires (RAM) et de l'adoption du Programme d'élaboration et d'expérimentation de concepts (EEC) pour les Forces canadiennes (FC).

Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) vise à développer l'expertise en R & D dans les domaines technologiques critiques indispensables aux opérations futures des FC. Notre SIT se fonde sur 21 activités de R & D qui couvrent tout le spectre des technologies de défense, y compris les systèmes de capteurs et d'information, les systèmes de combat et les systèmes humains, sans oublier les systèmes de modélisation et de simulation et les systèmes conceptuels. La nouvelle version de la SIT reflète mieux les technologies qui font partie intégrante de la RAM, notamment les technologies de l'information et les capteurs, ainsi que les développements projetés dans des domaines tels que ceux de la nanotechnologie, de la biotechnologie, de la science des matériaux et des sources d'énergie.

La SIT décrit les services de R & D nécessaires pour concevoir la capacité scientifique et technologique essentielle à la défense et à la sécurité nationales de l'avenir. Elle représente une stratégie pour les travaux de R & D que nous accomplirons dans nos centres de recherche. Nous ferons aussi appel au secteur privé, au secteur universitaire et à d'autres partenaires nationaux ainsi qu'à nos alliés, afin d'obtenir l'expertise supplémentaire dont nous avons besoin pour réaliser un programme de R & D de défense appuyé par des conventions sur le niveau de service conclues avec notre ministère de la Défense (MDN) et les groupes clients des FC. Nous procurerons d'une manière novatrice l'expertise dont les FC ont besoin et nous nous efforcerons d'apporter une contribution majeure au renforcement de la sécurité canadienne et à l'efficacité opérationnelle des FC dans un contexte en évolution et un monde de plus en plus imprévisible.

Nous nous engageons, en tant que membre de l'équipe de défense, à toujours rester attentifs, innovateurs et efficaces à l'égard des FC, notre client.

Le Chef de la direction et Sous-ministre adjoint
(Science et Technologie),
L. J. Leggat

SOMMAIRE

Il y a trois ans, le ministère de la Défense nationale (MDN) a publié une stratégie d'investissement technologique (SIT), dans laquelle il décrivait les travaux de recherche et développement (R & D) nécessaires pour acquérir la capacité requise en sciences et technologie (S & T) afin d'assurer la défense et la sécurité du pays dans l'avenir, compte tenu de l'orientation stratégique établie dans la *Stratégie de défense 2020* et de la nouvelle approche de la planification des capacités stratégiques. Les changements survenus en matière de sécurité et le raffinement de la planification stratégique au Ministère font maintenant ressortir la nécessité de revoir la stratégie et de la mettre à jour.

La SIT repose sur 21 activités de R & D, qui couvrent tout le spectre des technologies de la défense. Dans le présent document, la raison justifiant chaque activité est décrite selon les tendances technologiques, les menaces et les possibilités. Chaque activité est ensuite décrite en fonction d'un certain nombre d'objectifs stratégiques, qui donnent un aperçu des activités de R & D et des résultats attendus. Les activités de R & D et leurs objectifs stratégiques sont présentées ci-dessous.

Performance et expérimentation des systèmes d'information, de commandement et de contrôle (SICC)

(A) Harmonisation des simulations réparties pour l'interopérabilité avec les SICC

(B) Environnements synthétiques et modélisation des SICC pour faciliter l'expérimentation

(C) Paramètres et expérimentation pour l'optimisation des SICC

Gestion de l'information et des connaissances (GIC)

(A) Architectures et techniques de pointe pour un partage plus efficace de l'information et des connaissances

(B) Modélisation, découverte et création des connaissances pour une meilleure connaissance de la situation

(C) Systèmes de visualisation et de données géospatiales pour une meilleure compréhension des connaissances spatiales et temporelles

Communications

(A) Largeur de bande militaire sur demande

(B) Capacité de communication multimédia robuste, fiable, protégée, fixe et mobile à l'intention du combattant

(C) Gestion intelligente des ressources des réseaux pour le champ de bataille intégré

(D) Outils pratiques de communication pour les systèmes répartis

Facteurs humains et aides à la décision

(A) Modèles et simulations pour déterminer les rôles les plus efficaces de l'humain dans les systèmes futurs

(B) Interaction homme-machine pour une meilleure connaissance de la situation

(C) Technologies d'automatisation de l'analyse de la situation en temps réel pour la prise de décisions

(D) Outils et modélisation de processus informatisés à l'appui des aides à la décision

(E) Planification coordonnée intelligente pour la gestion et l'exécution à l'intérieur des forces intégrées

(F) Outils d'intégration des systèmes humains (ISH) pour la conception des systèmes et le développement des projets

Efficacité du commandement et comportement

(A) Méthodologie d'amélioration des aptitudes de perfectionnement du leadership
(B) Résolution des problèmes, raisonnement à partir de données incomplètes et capacité de raisonner dans des conditions incertaines pour la formation et la prise de décisions éclairées
(C) Stratégie de gestion du stress lié au commandement
(D) Amélioration de la performance des équipes

Systèmes intelligents autonomes (SIA)

(A) Méthodes de perception de l'environnement par les SIA
(B) Méthodes permettant aux SIA d'interagir avec l'environnement
(C) Partage de l'information entre systèmes intelligents réseautés répartis pour bénéficier d'une intelligence collective et mettre en place la coopération

Détection (aérienne et en surface)

(A) Acquisition et exploitation de la connaissance du milieu à des fins de discrimination et de reconnaissance des cibles
(B) Technologies nouvelles et améliorées de détection, de poursuite et de classification des cibles difficiles à détecter
(C) Techniques et outils de pointe pour la reconnaissance automatisée des cibles et de leurs caractéristiques
(D) Techniques et architectures optimales pour les capteurs multifonctions et les systèmes multicapteurs

Détection et contre-mesures sous-marines

(A) Actionneurs et capteurs répartis abordables pour futurs systèmes de guerre sous-marine (GSM)
(B) Détection et modélisation des propriétés de l'océan et des fonds marins pour futurs systèmes de GSM
(C) Fusion des données et gestion des ressources pour l'établissement à temps de la situation tactique de GSM

Systèmes spatiaux

(A) Mise au point de techniques et d'applications de traitement et d'exploitation pour les données de renseignement, de surveillance et de reconnaissance obtenues depuis l'espace
(B) Modélisation et simulation de systèmes spatiaux pour la formulation, l'évaluation et l'analyse de concepts
(C) Détection hyperspectrale/électro-optique (EO)/radar multifonctions/multistatique pour le renseignement, la surveillance, l'acquisition de cibles et la reconnaissance
(D) Sources d'alimentation et matériaux de pointe pour l'espace
(E) Concepts, techniques et algorithmes pour la surveillance de l'espace

Guerre électro-optique (EO)

(A) Avertissement intégré de menaces pour la surviabilité dans l'espace de combat numérique
(B) Systèmes laser de neutralisation par déroutement pour contrer les missiles guidés EO/IR
(C) Système d'autodéfense « prêt-à-l'emploi », à configuration adaptable à la mission

Guerre électronique (GE) radioélectrique (RF)

(A) Établissement de l'ordre de priorité des travaux de R & D en GE pour contrer les menaces émergentes

(B) Mise au point de technologies et de techniques pour améliorer les capacités des systèmes de GE

(C) Mise au point de systèmes d'interrogation, d'évaluation et de réponse automatiques pour des opérations efficaces dans des situations de GE

Guerre des réseaux d'information

(A) Protection et certification de l'information pour réseaux de coalition dynamique

(B) Évaluation des situations en temps réel en prévision d'opérations d'information de réseau

(C) Recherche et évaluation automatisées de réseaux et mise au point d'outils pour l'exploitation de réseaux

Armes de précision

(A) Technologies de propulsion pour une gestion optimale des sources d'énergie de systèmes de véhicules aériens de faible visibilité

(B) Techniques et systèmes de conduite de tir pour l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'armes

(C) Acquisition et discrimination des cibles pour l'amélioration de l'efficacité des armes contre les cibles critiques

(D) Modélisation et simulation pour l'amélioration de l'efficacité des plates-formes de systèmes d'armes

Efficacité des armes et contre-mesures

(A) Nouveaux matériaux et processus de libération de l'énergie pour l'amélioration de l'efficacité des armes

(B) Principes de mise au point et de déploiement de systèmes d'armes non létaux et à grand pouvoir de destruction

(C) Contre-mesures pour une amélioration des chances de survie

(D) Instruction et technologies durables pour le maintien des installations d'entraînement du MDN

Nouveaux matériaux et biotechnologie

(A) Matériaux fonctionnels pour transducteurs, actionneurs et structures intelligentes

(B) Remplacement de matériaux classiques pour l'amélioration du rendement mécanique et chimique des matériaux

(C) Synthèse de matériaux par des techniques de fabrication moléculaire à rendement supérieur

(D) Biotechnologie au service de la protection de l'environnement du personnel des FC

(E) Sources d'alimentation évoluées pour répondre aux besoins futurs du personnel et des plates-formes militaires

Gestion des signatures

(A) Prédiction et réduction de la signature sous-marine pour l'amélioration de la surviabilité et de l'efficacité des capteurs

(B) Prédiction et réduction des signatures de surface et aériennes pour l'amélioration de la surviabilité et de l'efficacité des capteurs

(C) Méthodes d'intégration et d'optimisation de la gestion complète de la signature des plates-formes

(D) Évaluation et réduction de la sensibilité pour le déploiement efficace des contre-mesures

Performance des plates-formes et gestion du cycle de vie (GCV)

(A) Simulation numérique fiable en dynamique des fluides pour les configurations de véhicules complexes et les écoulements extrêmes

(B) Modélisation structurelle en vue de l'insertion de technologie de matériaux de pointe et de la GCV de plates-formes militaires

(C) Technologie de matériaux de pointe et modélisation pour l'amélioration de la GCV des systèmes de propulsion militaires

(D) Modélisation des limites et de la sécurité d'exploitation des plates-formes militaires pour l'amélioration de l'efficacité opérationnelle et de la surviabilité

Techniques de survie dans divers milieux

(A) Technologies d'adaptation pour l'amélioration de la protection contre les défis opérationnels et environnementaux

(B) Contre-mesures pour maintenir et améliorer la performance humaine dans des milieux hostiles

(C) Surveillance, enregistrement et transmission à distance des signaux physiologiques, cognitifs et comportementaux vitaux à l'appui de systèmes de contrôle « préventif » de la survie

Médecine opérationnelle

(A) Dispositifs, procédures et traitements pour la gestion des blessés et les diagnostics

(B) Production de nouvelles thérapies, de nouveaux systèmes de surveillance de l'état de santé personnel et de nouveaux outils d'aide au diagnostic

(C) Prévention et traitement des maladies endémiques et causées par des armes

Évaluation et identification des dangers chimiques/biologiques/radiologiques (CBR) et protection contre ces dangers

(A) Évaluation des dangers et gestion des conséquences pour l'amélioration de la prise de décisions

(B) Détection des menaces asymétriques, identification et diagnostics pour les contrer

(C) Protection individuelle et collective pour le perfectionnement des contre-mesures CBR

Simulation et modélisation pour l'acquisition, les besoins, les essais et l'instruction (SMARRT)

(A) Instruments SMARRT pour la formulation de concepts opérationnels à venir et l'identification des capacités futures

(B) Conception des systèmes et principes d'acquisition évolués pour la modernisation des processus de défense

(C) Facteurs humains des systèmes SMARRT pour l'intervention humaine et la représentation du comportement humain

(D) Modèles virtuels pour l'optimisation des plates-formes comme systèmes d'armes intégrés

INTRODUCTION

R & D pour la défense Canada (RDDC) a pour principal objectif de veiller à ce que les Forces canadiennes (FC) restent prêtes sur le plan technologique et pertinentes, dans l'environnement de défense qui mettra de plus en plus l'accent sur l'interopérabilité avec nos alliés, la guerre axée sur la technologie et les nouvelles menaces « asymétriques ». Le défi que l'agence devra relever au cours des cinq à dix prochaines années consistera à acquérir une capacité en sciences et technologie (S & T) requise pour permettre aux FC de répondre à l'évolution du contexte mondial en matière de sécurité et, en même temps, d'assurer l'interopérabilité avec nos alliés. L'un des principaux moteurs en S & T est la Révolution dans les affaires militaires (RAM), rendue possible grâce à l'apparition et à l'intégration de technologies en pleine évolution: la capacité de précision à longue distance, les technologies de détection, les technologies de faible visibilité et les technologies d'intégration de systèmes et d'information.

Par ailleurs, on assiste à l'émergence de nouvelles menaces dites asymétriques, auxquelles il faudra trouver des réponses. Il faut donc mettre au point des mesures défensives et des ripostes aux attaques biologiques/chimiques et en matière d'information, afin que nous soyons en mesure d'anticiper les attaques terroristes contre l'infrastructure civile et militaire, d'y répondre et de les neutraliser. Le milieu de la sécurité nationale subit aussi des changements, à mesure qu'augmentent les risques auxquels les sociétés modernes font face en matière de protection et de sécurité à cause de nouveaux dangers pour la santé, des changements climatiques, du terrorisme biologique et électronique ainsi que de la vulnérabilité de l'infrastructure critique.

RDDC répond à ces défis en mettant en œuvre une stratégie d'investissement technologique (SIT), qui porte sur les capacités futures en R & D dans des domaines critiques où l'agence peut faire une différence. Nous ferons appel à nos alliés et à nos partenaires nationaux pour acquérir les capacités additionnelles dont nous aurons besoin pour mener un programme de R & D en défense de nature à répondre aux capacités visées par les FC.

Depuis la formulation initiale de la SIT, il y a presque trois ans, des changements sont survenus dans l'environnement de la sécurité et la planification stratégique du MDN, ce qui a fait ressortir le besoin de revoir la SIT pour la mettre à jour. Le MDN et les FC ont élaboré un aperçu stratégique, intitulé *Stratégie de défense 2020*, qui établit un cadre de prise de décisions stratégiques pour les FC dans le but d'orienter la planification de la défense au cours des prochaines années. Il identifie à la fois les défis et les possibilités qui s'offrent au MDN et aux FC à mesure qu'ils s'adaptent au changement dans un monde imprévisible et complexe en évolution rapide. L'option de développement de la force d'« innovation proactive » retenue pour concrétiser cette vision de la *Stratégie de défense 2020* est le signe certain d'une intention bien arrêtée de tirer parti des technologies émergentes dans le but d'acquérir, par de nouveaux moyens novateurs, les capacités requises par les FC.

Cette mise à jour de la SIT met en valeur les activités de R & D qu'il faut mener pour acquérir la capacité dont nous aurons besoin en S & T pour la défense et la sécurité nationale à l'avenir, compte tenu de l'orientation stratégique établie dans la *Stratégie de défense 2020* et de la nouvelle approche

de la planification des capacités stratégiques. Avec cette mise à jour, la SIT reflète mieux les technologies qui font partie intégrante de la RAM, y compris les technologies de l'information (TI) et les capteurs, ainsi que les progrès prévus dans des domaines comme la nanotechnologie, la biotechnologie, les sciences des matériaux et les sources d'alimentation. Les objectifs ont été précisés pour les recherches concernant la modélisation et la simulation, la gestion de l'information et des connaissances ainsi que les systèmes intelligents autonomes (SIA), et les recherches portant sur la défense chimique, biologique et radiologique (DCBR), les contre-mesures relatives aux armes ou les opérations d'information des réseaux ont fait ressortir l'importance de répondre aux menaces terroristes.

La SIT repose sur 21 activités de R & D, qui couvrent tout le spectre des technologies de défense, y compris les capteurs et les systèmes d'information, les systèmes de combat et les systèmes humains, ainsi que la modélisation et simulation et les principes des systèmes. Une annexe au présent document donne les liens entre les activités de R & D et les capacités visées du MDN/des FC que l'on trouve dans la Liste canadienne de tâches interarmées (LCTI).

Des équipes de travailleurs en S & T de nos laboratoires mèneront les 21 activités de R & D. Les compétences essentielles de ces équipes, de même que les installations en S & T et les liens avec d'autres travailleurs en S & T, seront alignées sur la SIT et mises en place d'ici 2005 pour permettre d'obtenir les résultats escomptés des activités de R & D afin de générer de nouvelles capacités de défense en vue d'atteindre, entre 2010 et 2020, les objectifs de la *Stratégie de défense 2020*. Des plans détaillés, établissant notamment les besoins en ressources humaines et en installations de S & T, sont en préparation pour la mise en oeuvre de la SIT. Des progrès considérables ont déjà été réalisés, mais il reste encore des lacunes considérables à combler dans les capacités.

Activités de R & D

- Performance et expérimentation des systèmes d'information, de commandement et de contrôle
- Gestion de l'information et des connaissances
- Communications
- Facteurs humains et aide à la décision
- Efficacité du commandement et comportement
- Systèmes intelligents autonomes
- Détection (aérienne et en surface)
- Détection et contre-mesures sous-marines
- Systèmes spatiaux
- Guerre électro-optique
- Guerre électronique radiofréquence
- Opérations d'information de réseau
- Armes de précision
- Efficacité des armes et contre-mesures
- Nouveaux matériaux et biotechnologie
- Gestion des signatures
- Performance des plates-formes et gestion du cycle de vie
- Techniques de survie dans divers milieux
- Médecine opérationnelle
- Évaluation et identification des dangers chimiques/biologiques/radiologiques et protection contre ces dangers
- Simulation et modélisation pour l'acquisition, les besoins, les essais et l'instruction

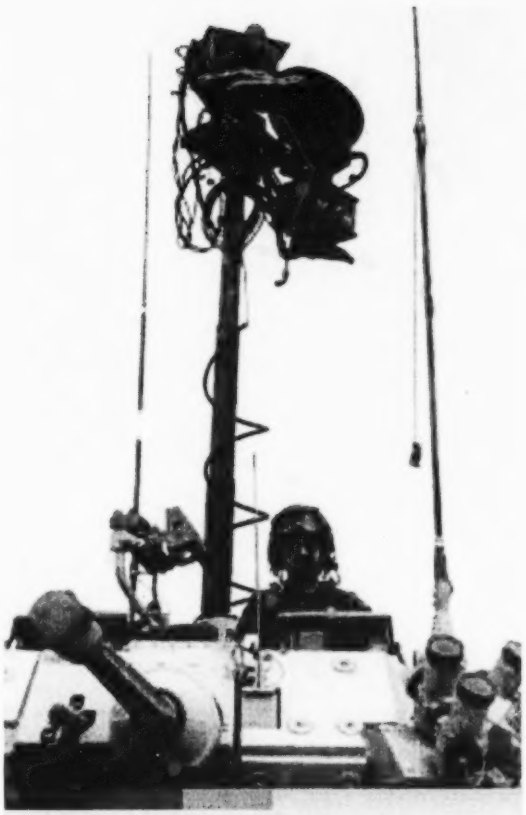
Performance et expérimentation des systèmes d'information, de commandement et de contrôle (SICC)

Définition

La performance et l'expérimentation des SICC reposent sur de nouvelles approches, de nouveaux cadres et de nouvelles architectures pour la gestion de l'évolution des systèmes d'information en prévision des applications de commandement et de contrôle (C2). La R & D en expérimentation permettra de réduire les risques et d'orienter les innovations relatives aux principes, aux méthodes et aux outils connexes des SICC, et elle devrait mener à de nouveaux éclairages utiles sur la conception, la mise au point et l'évolution des SICC. Les progrès réalisés dans les techniques de mesure, depuis la qualité du service jusqu'aux mesures de l'efficacité, orienteront le développement de nouvelles architectures et de nouvelles fonctionnalités.

Tendances, menaces et possibilités

Les organisations comptent de plus en plus sur les systèmes d'information pour automatiser leurs processus et prendre des décisions. Les changements intervenus sur la scène internationale font ressortir l'importance de disposer de SICC efficaces, du fait que le Canada a participé à de nombreuses missions dans le monde, souvent à brève échéance et dans des endroits imprévus avec des partenaires inattendus. Les investissements en technologie de l'information (TI) sont importants et les risques d'échec, élevés.



Un radar sur mât contribue aux fonctions de C2.

La complexité du développement et de l'évolution des systèmes d'information peut s'avérer immense et être amplifiée par un effet rétroactif découlant de la complexité de l'organisation, du ralliement des utilisateurs, de la diversité des normes de sécurité, de la multiplicité des besoins d'affaires, de l'interopérabilité des systèmes, de l'évolution constante des organisations, de la présence d'anciens systèmes, de l'exploitation de systèmes commerciaux et gouvernementaux et des difficultés techniques. Pour les opérations de coalition, l'interopérabilité

constitue une exigence clé, qui ne peut être réalisée que dans le cadre d'un partage sans équivoque de l'information requise, ce qui suppose la mise en place d'infrastructures ouvertes, souples et interopérables dans les systèmes nationaux. Même s'il est possible de régler certains problèmes d'interconnectivité en apportant des changements au niveau logiciel, certains systèmes d'information (ou systèmes de systèmes) risquent de se saturer ou de se révéler impossibles à interconnecter si l'architecture n'est pas bien définie. Il est aussi essentiel de prédire et d'évaluer l'efficacité des configurations architecturales potentielles.

Notre approche commande un vaste cadre d'expérimentation qui contribuera à l'exploration de concepts novateurs et de technologies efficaces pour l'acquisition de capacités de combat conjointes et uniques. Poussée par le développement rapide de la technologie de l'informatique, la R & D doit permettre de trouver le moyen de construire des SICC utilisables, fiables, robustes et efficaces. Il faut tenir compte des concepteurs, des analystes et des utilisateurs militaires, en raison de leur interaction avec des SICC réels et expérimentaux dans divers milieux, avec divers partenaires et à divers niveaux de commandement.

Objectifs stratégiques

(A) **Harmonisation des simulations réparties pour l'interopérabilité avec les SICC :** Explorer et perfectionner les technologies de simulation répartie pour qu'elles tiennent compte d'approches concurrentes et de la complexité croissante des SICC. Développer et harmoniser les normes techniques, les procédures et les stratégies de mise en œuvre des systèmes C4I et de la modélisation et de la simulation. Accroître l'interopérabilité des SICC et des milieux de simulation (p. ex. l'architecture de haut niveau [HLA]) pour assurer l'intégration des SICC expérimentaux et réels, afin de faciliter l'introduction de techniques et d'outils de pointe en ce qui concerne les SICC, y compris l'étude des questions liées aux SICC multi-plates-formes.

(B) **Environnements synthétiques et modélisation des SICC pour faciliter l'expérimentation :** Explorer et perfectionner les environnements synthétiques et la modélisation des SICC afin d'améliorer l'expérimentation des SICC. Les exemples de modélisation comprennent le comportement des commandants, des armes ou des capteurs, ainsi que l'infrastructure des systèmes d'information et de communication, afin d'établir un modèle des opérations de guerre « netcentriques » et de mener les expériences requises. Le cadre synthétique qui représente un SICC peut comprendre un navire ou un aéronef virtuel, un poste de commandement virtuel, un champ de bataille virtuel, etc. Ce cadre synthétique établira des liens entre les outils d'aide à la décision, les outils de gestion de l'information et des connaissances, les modèles, les simulations, le matériel et les logiciels informatiques, la visualisation et les personnes, afin de créer une représentation commune du monde des systèmes C4I.

(C) **Paramètres et expérimentation pour l'optimisation des SICC :** Développer les outils de mesure et les cadres de l'expérimentation pour identifier, quantifier et mesurer les avantages des

systèmes d'information optimaux. Améliorer la fidélité, la résolution et la fiabilité dans la modélisation des SICC à tous les niveaux hiérarchiques. L'incidence du concept de l'intervention humaine dans le système, surtout au moment de la prise de décisions, est particulièrement difficile à intégrer au modèle, du fait que les décisions sont prises à de nombreux degrés d'incertitude dans le scénario, le modèle et le résultat. Même si la corrélation des mesures et des processus exige un très bon aperçu des cadres des SICC, la mesure quantitative de ces avantages permettra de faire un choix en toute confiance entre des solutions concurrentes.

Gestion de l'information et des connaissances (GIC)

Définition

La R & D sur les techniques, les architectures et les systèmes de GIC viendront à l'appui du processus de création des connaissances, tout en assurant une collecte et un partage effectifs. La gestion de l'information est un processus réparti qui comprend la transformation d'éléments de données, leur classification, leur indexage et l'établissement de liaisons entre eux en contexte aux fins d'exploitation. La gestion des connaissances est une approche collaborative et intégrée à la création, à la saisie, à l'organisation, à l'accès et à l'utilisation des biens intellectuels d'une entreprise. La gestion des connaissances permet d'utiliser les biens intellectuels d'un organisme (connaissances explicites et tacites) pour accroître la productivité, introduire de nouvelles valeurs et augmenter la compétitivité.

Les objectifs sont doubles. Tout d'abord, on vise à accroître la capacité des FC à obtenir une supériorité sur le plan de l'information grâce à une visualisation dominante de l'espace de combat. Ensuite, on veut appuyer la gestion des connaissances et de l'information dans l'ensemble du MDN en s'assurant de pouvoir en faire la saisie, le partage, l'exploitation et l'expansion en vue de la croissance, de l'innovation et de l'adaptabilité à l'intérieur d'une structure d'entreprise répartie/collaborative dans l'avenir.

Tendances, menaces et possibilités

Les organismes voués à la défense font face à une « surcharge » d'information, c'est-à-dire à des quantités énormes de données provenant de capteurs et d'instruments perfectionnés combinées à des

Les systèmes de GIC de pointe jouent un rôle crucial dans la guerre de l'information.

résultats complexes provenant d'outils de modélisation et simulation par ordinateur. La quantité et la complexité de l'information créent des défis non seulement dans la collecte et le traitement, mais aussi dans la gestion et la compréhension de l'information. Enfin, la capacité à attribuer une pertinence à l'information crée les « connaissances ».

La doctrine de la supériorité de l'information et des connaissances sous-tend la structure des architectures et des opérations de commandement et de contrôle. L'efficacité opérationnelle et la supériorité de l'espace de combat sont menacées par l'information de piètre qualité. L'organisme doit tirer les leçons de l'expérience et appliquer ces connaissances judicieusement pour s'acquitter de sa mission. Dans les entreprises, l'information et les connaissances contenues dans l'organisme sont des atouts très puissants qu'il faut administrer de la façon appropriée pour en conserver la valeur. L'incapacité à s'adapter et à innover freineront l'intégration de nouvelles technologies et pratiques de gestion de l'information aux processus opérationnels de notre agence.

Du fait que la supériorité de l'information est la clé des affaires et de la défense, les progrès dans la gestion de l'information et des connaissances permettront de tirer parti des similarités entre la gestion des connaissances commerciales et la guerre fondée sur l'information militaire.

Objectifs stratégiques

(A) **Architecture et techniques de pointe pour un partage plus efficace de l'information et des connaissances :** Étudier et perfectionner les techniques et les architectures pour un partage plus efficace de l'information et des connaissances dans les systèmes d'information répartis et hétérogènes de l'entreprise. Cette activité favorisera la création de connaissances et l'intégration des processus de travail à la fois dans les entreprises et dans les milieux opérationnels militaires.

(B) **Modélisation, découverte et création des connaissances pour une meilleure connaissance de la situation :** Étudier et perfectionner les techniques de création des connaissances et de découverte au moyen desquelles nous recueillons et traitons de l'information afin de connaître suffisamment les situations pour projeter des tendances ou des plans d'action possibles en toute confiance. L'étude de ces techniques permettra d'apporter des améliorations à la gestion des connaissances dans les entreprises et dans les milieux militaires. Comme il y a à la fois des opérations techniques et des interventions humaines, l'étude doit comprendre des recherches et l'établissement de modèles sur les processus commerciaux et la représentation des connaissances humaines de façon significative et intuitive pour la recherche, la mise en mémoire et le repérage d'information, ainsi que pour l'établissement de profils adaptés des consommateurs et des postes de travail axés sur les tâches.

(C) **Systèmes de visualisation et de données géo-spatiales pour une meilleure compréhension des connaissances spatiales et temporelles :** Étudier et perfectionner les techniques de gestion, d'analyse et de visualisation d'information multidimensionnelle pour mieux comprendre les connaissances spatiales

et temporelles. Ces techniques devraient aussi faciliter la découverte de connaissances dans des environnements complexes. L'accent sera mis sur la réduction de la charge de travail de l'opérateur par l'introduction d'assistants intelligents éprouvés.

Communications

Définition

La R & D en communications porte sur la fiabilité et la transparence de l'acheminement de l'information entre une source et un ou plusieurs destinataires pour accroître l'efficacité du commandement et du contrôle. La R & D s'intéresse aux technologies et aux techniques qui permettent d'acheminer l'information par des moyens fiables, efficaces et sûrs. Ces techniques et technologies assurent un échange transparent de l'information et la protègent contre l'exploitation et la modification.

Tendances, menaces et possibilités

Les gouvernements, les organismes militaires, les industries et même les particuliers du monde entier dépendent de plus en plus de systèmes d'information interconnectés perfectionnés pour mener efficacement leurs affaires sans perdre de temps. En outre, le développement spectaculaire de la technologie relative à la largeur de bande dans le monde commercial actuel exerce une pression énorme sur l'évolution des communications militaires (de Terre et par satellite), ainsi que sur l'évolution du réseautage dans un champ de bataille numérisé.

Un soldat vérifie les communications.

Étant donné l'évolution rapide des technologies de communication dans le secteur commercial, il y a un risque de ne pas reconnaître à temps la valeur de certaines de ces technologies qui pourraient jouer un rôle critique dans la réponse aux priorités des communications militaires. La tendance marquée au réseautage mondial des communications est le reflet de la demande croissante de la population d'« accéder à l'information, où qu'elle soit et quelle qu'elle soit » parce qu'elle en dépend de plus en plus. Le réseau mondial qui est en train de se tisser fournira aux opérations militaires, aux affaires, à l'instruction, à l'éducation, à la culture et aux loisirs un milieu riche en possibilités. Les organismes militaires se fient énormément à des réseaux de communication protégés et fiables, auxquels ont également accès leurs adversaires, pour exploiter leur propre commandement et contrôle ou mettre au point des contre-mesures pour les opérations des FC.

La R & D en communication s'occupe de l'exploitation et de l'adaptation de la technologie et des normes civiles actuelles et futures à des fins militaires, ainsi qu'au développement de technologies strictement militaires. Les technologies commerciales qui peuvent s'appliquer au domaine militaire comprennent les protocoles d'interconnexion de réseaux qui utilisent divers moyens de communication, les réseaux par fil et sans fil, les systèmes répartis, les systèmes de communications personnelles (de Terre et par satellite) et les systèmes de communications sans fil à large bande (de Terre et par satellite). La R & D en communications militaires comprend le développement et la mise en place de systèmes de communications par satellite à haute protection, l'augmentation de capacité de transfert des systèmes de communications militaires sans fil dans des bandes de fréquences particulières, ainsi que la mobilité et la protection des réseaux de communications militaires.

Vu les possibilités qui s'offrent, la technologie doit évoluer rapidement dans les domaines du traitement des signaux numériques, du réseautage, de la microélectronique et des systèmes microélectromécaniques ainsi que de la modélisation et simulation. D'intéressantes possibilités s'offrent dans certains domaines influencés par le marché commercial, qui détermine le rythme d'évolution des normes, de la technologie et des services. Ces possibilités fourniront aux commandants des services de communications robustes, mobiles, abordables, sûrs, interopérables et fiables, ainsi que l'information et les renseignements de meilleure qualité dont ils ont besoin pour exercer efficacement leurs fonctions de C2.

Objectifs stratégiques

(A) **Largeur de bande militaire sur demande :** Développer la technologie, les outils et les techniques permettant l'accès sur demande à une largeur de bande efficace et robuste dans l'espace de combat des années 2020. L'objectif comprend le développement de techniques pour améliorer l'interopérabilité des coalitions et la capacité des canaux de communications par l'exploitation des progrès réalisés dans les technologies du traitement des signaux numériques (p. ex., fonctions radioélectriques définies par logiciel), de la microélectronique, des systèmes microélectromécaniques et des antennes.

(B) **Capacité de communication multimédia robuste, fiable, protégée, fixe et mobile à l'intention du combattant :** Développer et mettre en application la technologie, les outils et l'équipement qui garantissent au combattant des communications multimédias robustes, fiables, protégées, fixes et mobiles. Cela comprend la fourniture de nouveaux services, tels que l'intégration voix-données et la gestion des priorités, et la modélisation et simulation si l'on veut établir des services de haute qualité et satisfaire la demande.

(C) **Gestion intelligente des ressources des réseaux pour le champ de bataille intégré :** Développer des outils et des protocoles destinés à la gestion adaptative des ressources réseaux réparties. Cela comprend la R & D en surveillance, contrôle et ordonnancement des ressources réseaux, qui consistent en un grand nombre de systèmes intelligents autonomes.

(D) **Outils pratiques de communication pour les systèmes répartis :** Développer des technologies et des outils de communication permettant l'utilisation efficace des systèmes répartis sur le champ de bataille. La R & D sera axée de façon à garantir la performance des systèmes répartis qui utilisent des canaux à largeur de bande limitée, à temps d'attente élevé et à taux d'erreur élevé, et portera sur les contraintes que ces systèmes imposeront aux futurs systèmes de communications.

Facteurs humains et aide à la décision

Définition

La R & D sur les facteurs humains vise la préparation et le rendement des systèmes en rendant les personnes compatibles avec leur équipement, leurs machines et leur milieu de travail de manière à assurer l'efficacité et la sécurité de l'ensemble et de faciliter l'utilisation de l'équipement et des machines. Le domaine des facteurs humains est l'un des principaux secteurs de l'intégration des systèmes humains (ISH); c'est une branche qui étudie les capacités et les limites humaines et les exprime sous une forme compatible avec les processus de conception et de développement. La R & D sur les systèmes d'aide à la décision (SAD) vise l'optimisation de la performance par l'étude des moyens et des outils informatisés qui viennent à l'appui des deux principales étapes de la prise de décisions :

1) reconnaissance de la situation;
2) choix de la mesure à prendre.

Des simulateurs créent des conditions propices à l'évaluation des capacités humaines.

Tendances, menaces et possibilités

Une des exigences les plus difficiles à laquelle le personnel militaire doit faire face est l'obligation de prendre rapidement des décisions précises et éclairées dans des conditions complexes, tant dans des zones de combat que dans le cadre de missions de paix. L'émergence d'un réseau mondial créera des conditions polyvalentes et privilégiées pour « accéder en temps voulu à de l'information exacte, par la fusion d'information où qu'elle soit et quelle qu'elle soit ». Le personnel chargé du futur C2 devra composer avec les progrès accomplis dans la technologie de la menace, la cadence accélérée et la plus grande diversité des scénarios en haute mer, sur terre, dans les airs et sur les littoraux, ainsi que le volume des données à traiter (parfois imparfaites) dans des délais critiques.

Parmi les autres défis à relever, notons la nécessité de présenter aux décideurs cette information au complet, sous une forme mentalement significative, afin de mieux faire comprendre la situation; et faciliter la prise de décision en repérant, en sélectionnant ou en évaluant des plans d'action potentiels en réponse à des menaces anticipées ou réelles pour la mission, puis en mettant en œuvre le plan d'action approprié une fois une décision prise. Afin d'assurer la coordination des solutions, il faudra tirer parti, de façon concertée, de nouvelles possibilités technologiques (réseaux neuronaux, intelligence artificielle, progrès dans les technologies d'affichage et d'interface homme-machine) et de travaux récents menés dans le cadre de la R & D sur l'efficacité du commandement et le comportement.

À l'heure où les percées techniques se réalisent à un rythme rapide, il devient de plus en plus complexe de définir, de sélectionner, de concevoir, de mettre au point et d'utiliser le nouvel équipement et les nouveaux systèmes nécessaires aux futures opérations militaires. Les coalitions militaires et les opérations menées à la fois par des civils et des militaires montrent qu'en règle générale, les SICC existants ne contribuent guère à la prise de décisions en collaboration dans des conditions complexes et dynamiques comme les situations d'urgence. L'augmentation de l'automation, assortie de la nécessité de réduire le personnel, exigera des travaux de recherche sur les sujets suivants :

1) fonctions que l'humain doit remplir dans les systèmes militaires évolués;
2) méthodes de réassignation dynamique des fonctions et de répartition des responsabilités parmi les membres d'une équipe;
3) attention humaine;
4) affichage de l'information des systèmes et la possibilité de rétroaction;
5) conception de systèmes tolérant les erreurs.

L'ISH s'attardera à la mise au point d'outils et de techniques de nature à contribuer à l'application de facteurs humains à l'équipement de haute technologie, ainsi qu'aux compromis qu'il faut faire pour concilier sélection, formation, niveaux de dotation en personnel, conception conviviale de même que santé et sécurité. Il faudra tirer parti de toute une gamme de possibilités dans la conception des systèmes, la modélisation et simulation, les capteurs, la technologie de l'affichage et les technologies de conception.

Objectifs stratégiques

(A) **Modèles et simulations pour déterminer les rôles les plus efficaces de l'humain dans les systèmes futurs :** Déterminer la fonction que l'humain pourra accomplir le plus efficacement dans les futurs systèmes, et prévoir la charge de travail et la performance de l'opérateur. Les technologies habilitantes comprennent les formes avancées d'analyse des tâches de l'opérateur et la simulation constructive, ainsi que l'expérimentation et les enquêtes en conditions réelles.

(B) **Interaction homme-machine pour une meilleure connaissance de la situation :** Mener des travaux de recherche sur l'affichage de l'information en deux ou trois dimensions par des moyens audio et visuels et d'autres modes sensoriels, afin d'améliorer la capacité de l'opérateur à assimiler, comprendre et interroger des affichages complexes et à interagir avec des

systèmes informatisés évolués. La R & D permettra de formuler des théories et de préparer des modèles d'interaction homme-machine et d'inclure des agents intelligents.

(C) **Technologies d'automatisation de l'analyse de la situation en temps réel pour la prise de décisions :** Élaborer des techniques et des outils d'analyse de la situation qui, à leur tour, contribueront au développement et à l'affichage de la situation tactique, y compris des niveaux d'abstraction (plus élevés que les tracés de poursuite élémentaires) qui sous-tendent la projection de la situation ainsi qu'à la simulation mentale pour résoudre les éléments incertains des situations, expliquer les événements, générer des attentes et évaluer les plans d'action. Les technologies habilitantes comprennent la fusion des données/de l'information; le raisonnement dans des conditions incomplètes (raisonnement d'après la règle de Bayes, raisonnement d'après les preuves, raisonnement d'après les possibilités); les systèmes experts; les systèmes multi-agents et les systèmes à base de connaissances; et la science cognitive.

(D) **Outils et modélisation de processus informatisés à l'appui des aides à la décision SAD :** Développer des principes, des approches, des méthodes et des modèles complets appelés à être intégrés à des SAD pour comprendre les processus de prise de décisions en milieu militaire. Parmi les technologies qu'il faudra étudier, notons les aides à la décision en fonction de plusieurs critères; la théorie des décisions collectives; les systèmes experts; la gestion de l'incertitude; la science cognitive; le raisonnement multi-agent, le raisonnement fondé sur des règles et le raisonnement individualisé; et les systèmes à base de connaissances.

(E) **Planification coordonnée intelligente pour la gestion et l'exécution à l'intérieur des forces intégrées :** Développer des systèmes intelligents adaptatifs pour faciliter la gestion et la synchronisation dynamique des activités des forces militaires (y compris la réorientation et la réattribution des tâches en temps réel) et les opérations dans l'espace de combat. Parmi les technologies habilitantes qui seront étudiées, notons la commande intelligente; le tableau noir; le raisonnement borné par les ressources; les algorithmes dont l'exécution peut être interrompue n'importe quand tout en donnant des résultats; la résolution de problèmes concurrents; le calcul évolutif; les systèmes experts; la science cognitive; et les multi-agents.

(F) **Outils d'ISH pour la conception des systèmes et le développement des projets :** Mettre au point une suite compatible d'outils efficaces et d'information d'appoint pour la conduite d'activités ISH pour exprimer les capacités et les limites humaines sous des formes compatibles avec les processus de conception des systèmes, ainsi que pour explorer les interactions et les compromis entre sélection, instruction, niveaux de dotation en personnel, conception conviviale de même que santé et sécurité. Parmi les technologies habilitantes qu'il faudra étudier, notons l'anthropométrie, la conception assistée par ordinateur (CAO) et la simulation constructive

et virtuelle. On aura recours à l'information provenant de recherches sur les risques pour la santé, la sécurité des systèmes, la survie, l'instruction, etc.

Efficacité du commandement et comportement

Définition

Ce domaine de recherche comprend tous les facteurs de comportement qui touchent la capacité du personnel militaire à s'acquitter de ses tâches dans des situations présentant des défis sur les plans cognitif et émotif. Cela comprend la capacité à diriger, à travailler en équipe, à gérer le stress et à observer, comprendre, prendre une décision, agir et réagir. Ce domaine porte directement sur les facteurs psychologiques et sociopsychologiques qui touchent l'efficacité du commandement et le comportement.

Tendances, menaces et possibilités

L'une des difficultés les plus grandes à laquelle doit faire face le personnel militaire est la nécessité de prendre rapidement des décisions éclairées et exactes, dans des conditions qui sont exceptionnellement difficiles et stressantes. Le « spectre de conflit » s'élargit, et les FC sont appelées à participer à des opérations plus complexes, plus délicates sur le plan politique et plus propices à l'échec que jamais auparavant. Pour que ces défis soient relevés, il faudra investir dans des recherches psychologiques et sociopsychologiques. Cela devrait comprendre les moyens d'améliorer les capacités humaines inhérentes de prise de décision, tout d'abord en faisant des recherches, puis en introduisant de nouveaux programmes d'éducation et d'instruction. L'aptitude à tirer parti des nouvelles possibilités technologiques (p. ex., réseaux neuronaux et intelligence artificielle) profitera également des recherches sur la prise de décisions en équipe, ainsi que sur la confiance à l'égard de conseils qui feront l'objet de ce domaine de recherche. Il est essentiel de développer ce domaine tout en menant des recherches sur d'autres questions technologiques si l'on veut s'assurer de bien coordonner les solutions aux préoccupations des FC.

Les FC continueront d'évoluer dans une arène mondiale qui comporte toute une gamme de conditions environnementales, politiques et morales, ce qui posera des défis humains particuliers pour le maintien du rendement cognitif et d'une bonne santé émotive. Ces dernières années, on a en effet assisté à une augmentation et à une diversification des opérations menées par les FC, en dépit d'une réduction générale de leur effectif total. Dans toute opération militaire, la clé du succès réside dans la présence de militaires en bonne santé, prêts sur le plan psychologique, motivés et doués, qui croient à la mission et qui disposent des ressources dont ils ont besoin pour la mener à bien. Toutefois, la capacité des membres des FC à donner des performances psychologiques optimales face à ces défis peut être compromise si un soutien substantiel ne leur est pas offert. Le fait que l'on ait récemment reconnu l'importance des facteurs psychologiques,

Troupes des FC engagées dans l'opération ANACONDA.

dans l'industrie et l'administration publique, a stimulé la recherche dans de nombreux domaines des sciences sociales et cognitives. Voici une occasion d'appliquer cette recherche au contexte militaire et de formuler de nouvelles théories et techniques psychologiques particulières pour régler les problèmes militaires.

Ce domaine de recherche est entièrement conforme à l'engagement ferme que les FC ont récemment pris d'appuyer leur bien le plus précieux : leur personnel. Cet engagement des FC ne se démentira pas de sitôt, étant donné la réduction de leur budget et l'élargissement de leur mandat opérationnel. Les possibilités de recherche dans ce domaine, ainsi que le potentiel d'amélioration de la performance, sont vastes.

Objectifs stratégiques

(A) **Méthodologie d'amélioration des aptitudes de perfectionnement du leadership :** Étudier et évaluer les aptitudes au leadership dans les FC, et contribuer à les améliorer. Des efforts seront faits pour repérer les éléments communs de toutes les théories du leadership et déterminer les conditions militaires dans lesquelles chacune s'applique le mieux. La technologie dont on se servira pour atteindre cet objectif est une méthodologie de recherche qui a été conçue spécifiquement pour l'étude de la performance et des capacités humaines. Ces efforts seront coordonnés auprès du nouvel Institut de leadership des Forces canadiennes et du Département de psychologie militaire et leadership du Collège militaire royal.

(B) **Résolution des problèmes, raisonnement à partir de données incomplètes et capacité de raisonner dans des conditions incertaines pour la formation et la prise de décisions éclairées :** Étudier les théories de la résolution de problèmes et de la prise de décisions aux fins d'instruction et la conception de systèmes d'aide à la décision. Développer des méthodes d'aide au raisonnement dans des conditions incertaines ainsi que dans des conditions où les ressources et le temps sont des plus limités. Cet objectif de R & D peut apporter d'importantes contributions à la gestion des connaissances et à l'intelligence artificielle.

(C) **Stratégie de gestion du stress lié au commandement :** Étudier les agents stressants du commandement, en évaluer les effets et proposer des stratégies de gestion pour la prise de bonnes décisions et un bon leadership.

(D) **Amélioration de la performance des équipes :** Comprendre les conditions socio-psychologiques qui facilitent l'établissement d'un but commun – de quelle façon il est communiqué et de quelle façon il est partagé. L'objectif comprend l'amélioration de la performance des équipes dans le cadre d'opérations interarmées et interalliées; en soi, de telles opérations deviennent la norme.

Systèmes intelligents autonomes (SIA)

Définition

Les SIA sont des automates ou robots conçus pour évoluer dans les environnements complexes du futur espace de combat. Les travaux de R & D clés sur ces systèmes cherchent à déterminer dans quelle mesure ils peuvent accomplir des tâches complexes malgré leurs perception et compréhension limitées par un minimum d'intervention humaine, ainsi qu'apprendre, s'adapter et partager l'information entre plates-formes et leurs capteurs et bénéficier d'une intelligence collective et d'une meilleure efficacité des systèmes.

Tendances, menaces et possibilités

Dans le futur espace de combat, on exploitera au maximum les systèmes robotisés (p. ex., microrobots de surveillance et d'identification des cibles et systèmes d'armes robotisés). Ils peuvent augmenter le pouvoir destructif, la mobilité, l'efficacité et la survivabilité des forces sur le champ de bataille tactique, au cours des missions de maintien de la paix et durant les opérations en zone urbaine. Leur principal rôle tactique est de repérer rapidement les intervenants du champ de bataille et de déterminer la forme de l'espace de combat avant et pendant le déploiement des forces. L'utilisation croissante des systèmes autonomes permettra aussi de réduire l'équipage de la plupart des plates-formes. Les plates-formes robotisées ou télécommandées,

Véhicule de reconnaissance muni d'un scanneur laser.

telles que les engins de combat télépilotés aériens et terrestres, seront répandues sur le champ de bataille, en 2020.

Les robots peuvent aider l'homme (automatisation, levage), le remplacer (tâches sales, dangereuses ou ardues) ou le compléter (détection multispectrale, traitement de l'information, comptes-rendus de l'exécution de tâches). Fonctionnant comme plates-formes de capteurs ou d'armes, les engins télépilotés peuvent améliorer la connaissance de la situation des forces, étendre la portée effective des engagements et réduire l'exposition des équipages. Les SIA peuvent, grâce à la détection multi-bande, découvrir leur environnement et accomplir parallèlement la cueillette de données d'une scène, ce qui rend la surveillance plus efficace. Même si l'homme prend à l'heure actuelle de meilleures décisions au sujet de la situation, les SIA peuvent, lorsqu'ils sont utilisés efficacement, apporter une capacité complémentaire.

Il faut s'attendre à ce que le développement du secteur commercial civil (systèmes robotiques, technologie informatique, etc.) et de la R & D militaire internationale mène à des collaborations efficaces. De plus, la forte similitude que présentent les engins télépilotés aériens, terrestres et sous-marins rend avantageuse la fertilisation interdisciplinaire des questions technologiques comme l'interopérabilité et la compatibilité. C'est le fonctionnement sur terre qui pose les défis les plus grands à la mobilité et à l'apprentissage automatique, tout en présentant les meilleures possibilités et les besoins les plus grands d'automatisation, de coopération et de mise en commun dans la collecte de données et le partage d'information entre systèmes robotisés. Dans l'ensemble, l'accent sera mis sur la fusion des données et le développement de systèmes intelligents coopératifs destinés à diverses plates-formes, plutôt que sur le développement de nouvelles plates-formes particulières.

Objectifs stratégiques

(A) **Méthodes de perception de l'environnement par les SIA :** Mettre au point des méthodes par lesquelles les systèmes robotisés peuvent mesurer/détecter, interpréter et classifier les possibilités, menaces et défis présents dans leur environnement.

(B) **Méthodes permettant aux SIA d'interagir avec l'environnement :** Mettre au point des algorithmes, des logiciels et du matériel régissant la réaction du système automatisé ou robotisé à un changement d'environnement.

(C) **Partage de l'information entre systèmes intelligents réseautés répartis pour bénéficier d'une intelligence collective et mettre en place la coopération :** Développer l'apprentissage adaptatif fondé sur l'intelligence collective pour amener une coopération entre systèmes intelligents en vue de l'exécution de tâches partagées effectuées par des efforts individuels et avec une orientation minimale. Il s'agit de développer des systèmes intelligents qui collaborent pour exécuter des missions (série de tâches) qu'ils seraient incapables de réaliser individuellement, démontrant des comportements évolués (intelligence et autonomie à un degré supérieur) pour s'acquitter de tâches et de missions de haut niveau. Sur terre, on visera une intelligence collective grâce à une grande quantité de plates-formes et de capteurs interactifs destinés à une mission précise.

Détection (aérienne et en surface)

Définition

Par la détection, les FC repèrent, reconnaissent, situent et surveillent toutes les cibles présentant un intérêt (y compris les actifs amis) dans une zone donnée. Cette activité recouvre différents domaines technologiques, dont l'électro-magnétisme, l'électro-optique et l'acoustique. Pour servir à des fins militaires, les données recueillies par les capteurs doivent être transformées pour qu'en soit extraite l'information sur l'identité et l'état des cibles (coordonnées, vitesse, accélération, etc.).

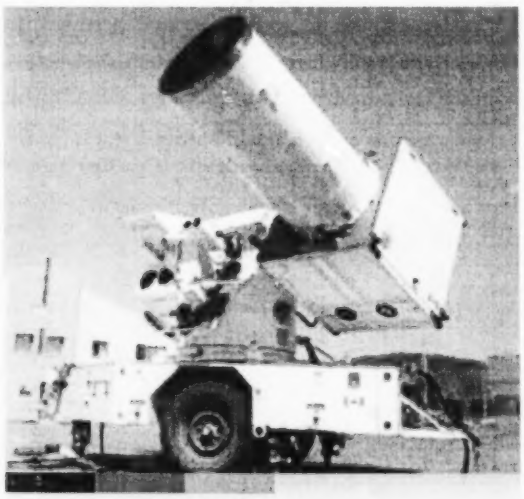
Tendances, menaces et possibilités

L'arrivée des armes à guidage de précision fera ressortir encore davantage l'importance de l'information exacte et opportune. En outre, les menaces deviendront plus difficiles à détecter (menaces camouflées et à faible visibilité, pénétration du feuillage, mines, etc.). Les missions évolueront vers le nouveau type de guerre auquel les FC feront dorénavant face, du fait que leurs adversaires sont mieux équipés depuis que diverses technologies se sont répandues et sont devenues abordables. Il faudra trouver des réponses efficaces et équilibrées à l'appui des opérations de maintien de la paix et dans le contexte des nouvelles réalités opérationnelles, comme les opérations militaires en zone urbaine. Il faut s'attendre à un accroissement en importance des menaces en zone urbaine, qui devraient comprendre les mines et les dispositifs explosifs artisanaux.

Le développement spectaculaire de la technologie des semi-conducteurs destinés à des applications civiles et militaires a eu des répercussions considérables sur les dimensions, le poids, la consommation d'électricité, la fiabilité, le coût et la fonctionnalité des systèmes de capteurs disponibles et des systèmes de traitement connexes. La détection sera désormais réalisée au moyen de la détection, de la reconnaissance et de la géolocalisation automatiques ou assistées de cibles. En outre, les données provenant des divers jeux de capteurs peuvent être fusionnées, au besoin, pour permettre une détectabilité accrue de diverses cibles.

Par le passé, on traitait séparément les capteurs et les algorithmes d'identification ou de reconnaissance des cibles. À l'avenir, on procédera à leur intégration transparente dans des systèmes de capteurs intelligents de manière à transformer directement en informations les données provenant des capteurs.

Dans la perspective actuelle d'intégration des détecteurs et des systèmes de détection et de reconnaissance des cibles, la détection intelligente est la composante fondamentale pour l'établissement d'un champ de bataille numérique tridimensionnel. On mettra au point de nouveaux capteurs, étroitement reliés à des algorithmes et à des plates-formes, pour répondre efficacement aux menaces des nouveaux milieux opérationnels. Même si certaines des technologies requises seront perfectionnées par le secteur commercial, comme l'attestent l'augmentation exponentielle de la puissance des ordinateurs et la prolifération des capteurs haute performance miniatures et peu coûteux, il existe une foule de possibilités qui tirent parti des domaines propres au secteur militaire, par exemple la signature de cibles militaires et la synthèse des arrières-plans; la détection, dans tout le spectre, des objectifs camouflés et difficilement observables; la détermination des cibles pour les armes de précision; les systèmes de surveillance autonomes tactiques à distance; les capteurs ayant une résistance accrue à l'effet éblouissant ou une section équivalente rétroréfléchissante réduite; la gestion et l'exploitation de la disparité et de la diversité des capteurs pour la détection de cibles présentant un intérêt militaire particulier.



Systeme de capteurs Pirate.

Objectifs stratégiques

(A) **Acquisition et exploitation de la connaissance du milieu à des fins de discrimination et de reconnaissance des cibles :** Développer des capteurs in-situ, de télémesure et à distance de sécurité, des modèles de propagation, des modèles de signature de cible et des modèles ou des bases de données générales réelles ou synthétiques à références géographiques pour distinguer efficacement les cibles de l'arrière-plan dans le spectre entier des situations environnementales. Donner les caractéristiques des cibles présentant un intérêt, l'arrière-plan et les conditions atmosphériques pour préciser et prédire l'efficacité des systèmes d'armes et de surveillance. Valider ces modèles en menant un programme détaillé de mesure.

(B) **Technologies nouvelles et améliorées de détection, de poursuite et de classification des cibles difficiles à détecter :** Améliorer les systèmes de capteurs évolués en ce qui concerne leurs dimensions, leur coût, leur

rendement et leur fonctionnalité, compte tenu de l'évolution des besoins militaires. Exploiter des modes de détection adaptatifs et le traitement intégré, et les mettre en œuvre pour optimiser la performance par rapport à des cibles difficiles à détecter (mines enfouies, dispositifs explosifs artisanaux, missiles de croisière, cibles camouflées et dissimulées, etc.). Développer de nouveaux capteurs adaptatifs, destinés notamment à la détection à travers les murs, pour des opérations en zone urbaine qui prendront de plus en plus d'importance. Améliorer et exploiter davantage les systèmes d'imagerie EO/IR hyperspectraux actifs et passifs, ainsi que des radars à antenne synthétique (RAS) interférométriques et polarimétriques multifréquences à grande largeur de bande pour l'amélioration du renseignement, de la surveillance et de la reconnaissance (RSR). Développer des capteurs de surveillance ayant une rétroréflectivité réduite pour augmenter leur discrétion et améliorer la survivabilité des plates-formes qui les utilisent.

(C) **Techniques et outils de pointe pour la reconnaissance automatisée des cibles et de leurs caractéristiques :** Développer une reconnaissance automatique de cibles (ATR) fiable en vue de l'utilisation efficiente de données recueillies au moyen de capteurs à l'appui d'opérations pouvant permettre le traitement d'une quantité énorme de données, au-delà de la capacité de l'opérateur à l'exploiter effectivement au moment voulu. L'ATR a été identifiée il y a longtemps comme percée technologique potentielle qui révolutionnerait le RSR, en raison des possibilités qu'elle offre d'exploiter des systèmes entièrement autonomes à distance et comme système identification ami-ennemi (IFF) de combat non coopératif. Permettre la détection multifonctions et la fusion de données de multiples capteurs reposant sur une puissance élevée de calcul et des algorithmes évolués pour le traitement avancé des signaux/données/images. Développer la signalisation de cibles aéroportée et le traitement aéroporté de données recueillies en information, la géolocalisation précise et la mise en correspondance d'images de visualisation de tous les capteurs. Développer des outils de visualisation rapide et continue.

(D) **Techniques et architectures optimales pour les capteurs multifonctions et les systèmes multicapteurs :** Développer des techniques et des architectures pour améliorer l'interconnectivité et la reconfiguration dans un ensemble de capteurs intelligents pour régler le problème de l'utilisation de capteurs multifonctions ou complémentaires pour la détection, la poursuite, la classification et la reconnaissance de cibles. Développer des algorithmes particuliers pour l'assignation de tâches à des capteurs individuels, en adaptant leurs paramètres et en fusionnant les données qu'ils produisent. À un niveau supérieur, élaborer des stratégies de gestion des capteurs et des concepts des opérations pour choisir une série appropriée de capteurs, de sorte que les limites des capteurs individuels puissent être compensées et que la couverture et la résolution qui en découlent puissent être rapidement optimisée et rapprochées.

Détection et contre-mesures sous-marines

Définition

Cette activité combine des aspects de la R & D sur les capteurs et les actionneurs, l'évaluation du milieu sous-marin et la fusion des données qui contribuent à la compréhension de la situation et à la poursuite des cibles dans la guerre sous-marine (GSM), y compris la guerre anti-sous-marine (GASM), la défense par torpilles (DT) et la lutte contre les mines (LCM). Tous les systèmes mobiles et fixes sont pris en considération, qu'ils soient embarqués à bord de navires de guerre, d'aéronefs ou de véhicules autonomes et qu'ils soient déployés à long terme ou déployés rapidement à court terme.

Tendances, menaces et possibilités

Les déploiements maritimes ont souvent été effectués dans le cadre d'opérations en pleine mer menées contre des sous-marins nucléaires. Depuis la fin de la guerre froide, les opérations sont passées à de nouveaux domaines où les principales menaces sont les sous-marins classiques difficiles à détecter (équipés de torpilles), les mines (à orin, de fond ou enfouies) et les armes terrestres. Cette tendance devrait se maintenir et exige des capacités de GSM supérieures à celles dont nous ou nos alliés disposons aujourd'hui. La détection sous-marine comprend la détection et la poursuite d'armes et de véhicules de surface, aériens et sous-marins, y compris les mines. Dans cette activité, on a recours aux capteurs acoustiques, magnétiques, électriques, électromagnétiques et optiques (surtout IR) (possiblement capteurs de pression, sismiques, chimiques, de variables environnementales et océanographiques).

Dans la guerre sous-marine de l'avenir, il faudra non seulement recourir à l'intégration multi-plate-forme du système classique de capteurs de la GASM, mais aussi disposer de réseaux abordables de capteurs qui, pris individuellement, auront peut-être des performances inférieures à celles des capteurs actuels, mais dont les performances au sein du système seront bien plus élevées : ils seront capables de réaliser la détection, la classification, la localisation et la poursuite de premier niveau d'une manière complètement automatique. Cette capacité sera conditionnée par les progrès accomplis dans les technologies de communication, la fusion des données, les aides à la décision et la gestion des connaissances. Il faudra également accomplir d'importants progrès dans le domaine des équipements non immergés (matériel, logiciels et algorithmes).

Le travail dans le domaine de la détection sous-marine portera sur les points suivants : le matériel (systèmes de capteurs, transducteurs, actionneurs et systèmes d'acquisition de données); les caractéristiques physiques du milieu opérationnel (évaluation et modélisation du milieu); les procédés (détection, classification, identification, poursuite, positionnement des capteurs et GIC sur la GSM). Les concepts seront validés et démontrés au moyen d'appareils de démonstration confiés à des opérateurs militaires.

On peut espérer que l'entrée en service de systèmes réels, en réseau ou répartis, augmentera la faisabilité d'un plus grand nombre d'opérations de GSM sans qu'on doive remplacer des systèmes entiers devenus trop vétustes. Le développement de systèmes en

Le NCSM Windsor, sous-marin de la classe Victoria.

réseau ou répartis permettra d'intégrer la technologie dans un système pour améliorer sa performance opérationnelle face à de nouvelles menaces. Il deviendra possible de remplacer l'équipement obsolète par étapes, ce qui permettra d'éviter de « laisser rouiller » des plates-formes entières et d'éviter aussi les effets catastrophiques qu'une telle situation entraîne périodiquement sur le budget de la GCV.

Objectifs stratégiques

(A) **Actionneurs et capteurs répartis abordables pour futurs systèmes de GSM :** Développer de nouvelles technologies de capteurs (acoustiques, électromagnétiques et optiques), de transducteurs et d'actionneurs (p. ex. dragues à influence de LCM) pour contrer les menaces de la future GSM, qu'il s'agisse de sous-marins, de torpilles ou de mines. De nouvelles technologies intégrant de nouvelles conceptions et de nouveaux matériaux seront développées pour permettre la construction de capteurs et la prise de contre-mesures qui soient extensibles et répartis à faible coût dans le but de combler les lacunes des systèmes de GSM actuels.

(B) **Détection et modélisation des propriétés de l'océan et des fonds marins pour futurs systèmes de GSM :** Développer de nouvelles technologies de détection et de modélisation pour fournir des mesures de variables environnementales rapides, exactes, étendues, très denses et rentables en prévision de futures opérations de GSM. On pourra améliorer la performance des contre-mesures, des armes et des capteurs navals et aéroportés en obtenant

de meilleures données sur les propriétés de l'océan et des fonds marins. Des technologies de détection seront développées, *in-situ* ou à distance, y compris des capteurs spéciaux et les capteurs existants à l'intérieur des systèmes sonars opérationnels. On développera des techniques de modélisation combinant de nouvelles données de capteurs de variables environnementales, des données tirées de bases de données existantes et des modèles matériels dans le but de fournir l'information requise par les systèmes de traitement des données de capteurs, les opérateurs et le personnel de commandement des plates-formes.

(C) **Fusion des données et gestion des ressources pour l'établissement à temps de la situation tactique de GSM :** Développer des algorithmes plus efficaces et une gestion de l'information provenant de capteurs particuliers pour fournir à l'opérateur le portrait tactique de GSM en temps opportun parce que de meilleurs capteurs ne suffiront pas, à eux seuls, à combler les lacunes actuelles. L'information provenant des sonars et l'information concernant les cibles seront intégrées à l'intérieur de multiples plates-formes et systèmes pour permettre une meilleure détection, identification, localisation et poursuite de véhicules, de torpilles et de mines, en particulier dans les opérations menées en eaux peu profondes (le long du littoral).

Systèmes spatiaux

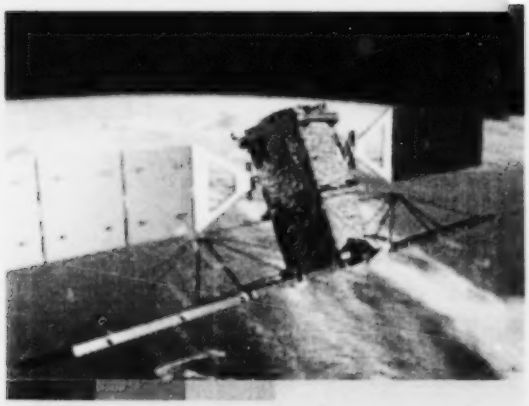
Définition

La R & D concernant les systèmes spatiaux comprend le développement de concepts, de technologie, d'éléments, de systèmes et de capacités d'exploitation de données à l'appui de la surveillance de l'espace à partir de capteurs situés au sol et dans l'espace; la surveillance depuis de l'espace, y compris la télédétection, la collecte de renseignements provenant de plusieurs sources ainsi que la détection et la poursuite de cibles mobiles; l'alerte lointaine et les moyens de défense connexes.

Tendances, menaces et possibilités

La politique de l'espace adoptée par le MDN en 1998 réitérait l'énoncé articulé dans le Livre blanc sur la défense, publié en 1994, selon lequel l'espace a pris une *« importance accrue en matière de sécurité mondiale »*. Certains considèrent l'espace comme le quatrième milieu de guerre, qui deviendra essentiel à la poursuite réussie d'opérations militaires. La supériorité spatiale est un credo fondamental de la stratégie des États-Unis, qui a d'importantes répercussions pour l'interopérabilité dans les opérations de coalition.

La politique de l'espace de 1998 stipulait que *« la faculté d'utiliser l'ensemble de l'espace est fondamentale si l'on veut engager efficacement des forces armées dans les crises régionales, réagir rapidement aux conditions d'incertitude et d'instabilité, posséder une mobilité élevée et une présence militaire avancée la plus réduite possible, et*



RADARSAT II
(Avec la permission de MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd.)

atteindre une efficacité maximale en utilisant l'espace pour le soutien à ces opérations ». Cette politique a été validée dans le troisième objectif de la stratégie de 2020, qui portait sur la modernisation et se lisait ainsi : « *Réorienter la R & D de défense vers les besoins opérationnels du Ministère en tirant parti des technologies de pointe…, surtout dans les domaines de l'espace, de la télédétection, des télécommunications et de la gestion de l'information* ». L'aptitude du Canada à contribuer aux systèmes spatiaux de surveillance et d'alerte pourrait permettre de formuler des options pour le partage du fardeau de la défense en Amérique du Nord.

On s'attend à ce que les progrès réalisés dans les technologies comme les matériaux microstructuraux et les nanotechnologies facilitent la mise au point de nouveaux éléments spatiaux ayant un meilleur rapport performance-coûts. Par exemple, l'utilisation de ces éléments pourrait améliorer la sensibilité des capteurs et l'efficience des systèmes d'alimentation ou réduire le poids des structures dans l'espace.

L'utilisation de ces éléments, comme les modules d'émission/réception (T/R), dans les systèmes spatiaux devrait réduire le coût de nombreuses missions spatiales ou pourrait donner lieu à de nouvelles capacités en renseignement, surveillance et reconnaissance (RSR). On s'attend aussi à ce que les améliorations dans les algorithmes et le traitement des données provenant de l'espace mènent à une meilleure exploitation des ressources et à de nouvelles applications.

Comme il est peu probable que le Canada acquiert une capacité spatiale militaire indépendante, notre SIT dans l'espace comportera une collaboration avec l'Agence spatiale canadienne et des alliés comme les États-Unis et le Royaume-Uni.

Les satellites servent principalement aux communications. Les communications au moyen de satellites militaires ne sont cependant pas considérées ici. Elles sont toutefois comprises dans l'activité de R & D de la SIT concernant les communications.

Objectifs stratégiques

(A) **Mise au point de techniques et d'applications de traitement et d'exploitation pour les données de renseignement, de surveillance et de reconnaissance obtenues depuis l'espace** : Développer de nouveaux outils de traitement et d'exploitation pour contribuer à obtenir de l'information pertinente à partir de sources situées dans l'espace, et développer des applications pour cette information.

(B) **Modélisation et simulation de systèmes spatiaux pour la formulation, l'évaluation et l'analyse de concepts :** Développer et évaluer de nouveaux concepts de systèmes pour la surveillance militaire et l'observation de la Terre à partir de l'espace, et en évaluer l'efficacité opérationnelle et l'utilité militaire au moyen de la modélisation et simulation haute fidélité de divers radars situés dans l'espace; systèmes EO/IR et multisources. L'utilité militaire des systèmes actuels et des systèmes futurs potentiels sera évaluée. La recherche comprendra la conception des missions, l'analyse des orbites et des constellations, l'estimation des probabilités de détection, l'étude des algorithmes de poursuite et la simulation de la performance de divers algorithmes de traitement de signaux et de diverses architectures de systèmes de commandement, de C3I. Contribuer au développement des concepts des systèmes spatiaux par l'étude des techniques d'attribution des missions et de signalisation et des concepts de systèmes de commandement, de contrôle, de communication, d'informatique et de renseignement (C4I) pour le renseignement, la surveillance, l'acquisition d'objectif et la reconnaissance (ISTAR) multi-plates-formes à l'échelle mondiale.

(C) **Détection hyperspectrale/EO/radar multifonctions/multistatique pour le renseignement, la surveillance, l'acquisition de cibles et la reconnaissance :** Développer des concepts de systèmes, des techniques et des technologies pour le radar multifonctions et multistatique situé dans l'espace, l'imagerie EO/IR multispectrale, la surveillance et la télédétection à partir de plusieurs sources. Des algorithmes de traitement des signaux seront développés pour tenir compte des effets de la propagation dans l'ionosphère, de la grande vitesse de déplacement des satellites et des effets d'arrière-plan du limbe de la Terre et des basses températures. Les applications ISTAR comprennent la détection du sillage, la cartographie, la surveillance étendue et la détection, la classification et l'identification automatiques des cibles.

(D) **Sources d'alimentation et matériaux de pointe pour l'espace :** Exploiter les capacités de RDDC en sciences nucléaires pour contribuer à la mise au point de dispositifs capables de survivre à la haute intensité et au rayonnement à grande énergie de l'espace. Étudier les composants électroniques et optroniques, les nanostructures et les systèmes microélectromécaniques (MEMS) au moyen de la simulation du milieu, de la mise à l'essai, de l'analyse et d'expériences dans l'espace.

(E) **Concepts, techniques et algorithmes pour la surveillance de l'espace :** Appuyer les contributions du Canada au réseau américain de surveillance de l'espace en mettant au point des techniques de surveillance, de reconnaissance, de poursuite et d'identification d'objets en orbite autour de la Terre.

Guerre électro-optique (EO)

Définition

La guerre EO a pour objet d'empêcher l'ennemi d'utiliser le spectre EO tout en protégeant son utilisation par les forces amies, l'objectif global visé étant d'augmenter les capacités d'autodéfense des plates-formes des FC dans toutes les opérations militaires. Cette guerre suppose qu'on utilise les mesures de soutien EO (MSEO) pour chercher, intercepter, identifier, localiser et poursuivre les sources EO; les contre-mesures EO (CMEO) pour prévenir ou réduire l'utilisation du spectre EO par l'ennemi; et les mesures de protection EO pour défendre les capteurs EO et le personnel contre les lasers de l'ennemi.

Tendances, menaces et possibilités

Les nouvelles armes et les nouveaux systèmes de surveillance et d'acquisition de cibles (STA) fondés sur la technologie EO sont utilisés par les grandes et moyennes puissances sur leurs plates-formes militaires terrestres, navales, aériennes et spatiales. Des groupes terroristes ont mis la main sur certains de ces systèmes, ce qui représente une menace sérieuse pour les FC, qui sont engagées dans un conflit ou mêlées à d'autres opérations. Entre 1973 et 1993, 89 % des aéronefs portés disparus durant des hostilités ont été abattus par des missiles IR. Les missiles de système antiaérien portable (ManPAD), fondés sur la technologie de l'alignement sur faisceau laser, sont difficiles à détecter et réputés insensibles aux contre-mesures.

Les possibilités qui s'ouvriront dans ce domaine découleront du développement des ordinateurs et du traitement des signaux numériques à grande vitesse, de l'utilisation de largeurs de bande et de gammes dynamiques élargies, de la réduction du temps de réponse et de l'augmentation de la capacité de traitement des signaux. Il deviendra également possible d'utiliser des algorithmes sophistiqués d'intelligence artificielle pour analyser les données, extraire l'information et élaborer des tactiques dans les délais voulus, en réponse à de multiples menaces. Des capteurs intelligents détecteront et identifieront les menaces dans des situations complexes, même s'il s'agit de menaces furtives ou de bruits parasites. La fusion des techniques de détection passives et actives entraînera une haute résolution spatiale, spectrale et dans le temps.

Les possibilités technologiques comprennent les détecteurs optiques à large bande et à haut rendement quantique, les réseaux plan focal élargis, les systèmes micro-optiques et les fibres optiques peu coûteuses. L'effet synergique possible de l'intégration des systèmes MSEO et CMEO à d'autres systèmes de capteurs et d'armes prendra de plus en plus d'importance à mesure que les menaces deviendront plus complexes. L'intégration des systèmes MSEO à d'autres capteurs améliorera de façon substantielle la détection, l'identification et la poursuite des menaces. De même, l'intégration des systèmes CMEO à des systèmes d'armes et à d'autres systèmes utilisés dans des missions améliorera de façon substantielle la survivabilité des plates-formes et leur efficacité.

Tous les pays industrialisés sont à mettre au point des lasers agiles en fréquences ou accordables au moyen de produits chimiques, de matériaux, de semi-conducteurs et de cristaux non linéaires fonctionnant à des longueurs d'onde plus grandes. Les lasers ont notamment comme avantages le tir tous secteurs à répétition, de précision chirurgicale, à la vitesse de la lumière. Les lasers offrent le potentiel d'un changement de paradigme dans les technologies de défense pour le XXI^{e} siècle, tant sur le plan de l'offensive que sur celui se la défensive. Ces lasers, d'une puissance de moyenne à supérieure, serviront à la surveillance et à la désignation des cibles; à la discrimination active et passive des cibles; à des contre-mesures IR robustes; à la détection passive et active de la distance de sécurité; aux capacités d'autoprotection et offensives des plates-formes dans des engagements tactiques.

Objectifs stratégiques

(A) **Avertissement intégré de menaces pour la surviabilité dans l'espace de combat numérique :** Mettre au point des systèmes d'alerte en temps réel complets et abordables pour la détection, l'identification, la localisation et la poursuite de menaces multiples avec exactitude dans le but d'entreprendre des manœuvres tactiques efficaces, de déployer des contre-mesures ou de déclencher des dispositifs de brouillage intentionnel à énergie dirigée. Il faut coordonner et fusionner des données provenant de capteurs indépendants (IR, imagerie active, illumination laser, UV, etc.) pour activer la détection de signatures à basse altitude, dans un milieu à forts échos fixes et à longue portée. L'information ainsi recueillie sert à spécifier l'évolution de l'espace de combat numérique inter-armes en vue d'une meilleure connaissance de la situation, d'une efficacité accrue de la planification des missions, de l'identification ami-ennemi (IFF), de la détermination des cibles et de l'évaluation des dégâts de combat (EDC).

Caméra du système de surveillance du Coyote.

(B) **Systèmes laser de neutralisation par déroutement pour contrer les missiles guidés EO/IR :** Mettre au point des systèmes laser moyenne puissance, construits comme des réseaux de lasers à diode à commande de phase à orientation électronique pour contrer diverses menaces EO/IR au moment opportun et de façon efficace. Des technologies d'imagerie passives et actives sont en voie de développement pour la vérification des cibles, la désignation et la maintenance des points de visée ainsi que l'évaluation de contre-mesures en boucle fermée. Cet objectif comprend en outre le développement et la validation expérimentale des outils d'analyse d'évaluation de la vulnérabilité et de l'efficacité militaire. Il y aura aussi développement de nouvelles mesures de protection EO destinées au personnel et à l'équipement des FC contre les armes laser.

(C) **Système d'autodéfense « prêt-à-l'emploi », à configuration adaptable à la mission :** Mettre au point des modules de défense en boucle fermée, peu coûteux, à configuration adaptable à la mission, « prêts pour le combat », intégrés de façon transparente dans l'interface opérateur-machine, les armes et les autres équipements de mission. La recherche devra être concentrée sur la mesure et la prédiction de la signature des menaces, l'efficacité et la prédiction des contre-mesures, les phénomènes de propagation IR et les architectures de systèmes propres aux équipements de mission et aux combinaisons de menaces.

Guerre électronique (GE) radiofréquence (RF)

Définition

La GE vise l'établissement d'une suprématie sur l'utilisation du spectre électromagnétique au moyen de mesures de soutien électronique (MSE) pour intercepter, identifier et localiser des sources d'énergie électromagnétique; de contre-mesures électroniques (CME) pour prévenir, gêner et réduire l'utilisation efficace du spectre électromagnétique par l'ennemi; et de mesures de protection électronique (MPE) pour protéger le personnel et l'équipement des effets d'attaques au moyen de systèmes de GE et d'armes RF qui détruiraient la capacité de combat.

Tendances, menaces et possibilités

Les signaux radar et les signaux de communications deviennent de plus en plus complexes; ils s'adaptent aux milieux, et ils sont difficiles à intercepter. Les menaces posées par les missiles modernes, qui se déplacent à des vitesses supérieures, à des altitudes plus basses et avec une surface équivalente radar plus petite, qui utilisent peut-être une combinaison de radioralliement actif et passif et qui fonctionnent dans des milieux électroniques denses en signaux, exigeront des temps de réaction plus courts et rendront nécessaires une meilleure intégration et une automatisation accrue des sous-systèmes de combat. Des contre-mesures évoluées seront requises contre les nouveaux autodirecteurs de missiles téléguidés multimodes et autodirecteurs radars imageurs durant leurs phases terminales. Il faudra concevoir

Les capteurs de renseignement électronique (ELINT) : technologie clé de la guerre.

de nouvelles techniques pour contrer les radars de surveillance et de visée, pour interdire l'acquisition et empêcher le lancement subséquent d'un missile, ainsi que pour résister aux menaces des autoguideurs actifs et passifs.

La recherche dans le domaine des récepteurs numériques, y compris le traitement logiciel des signaux, est très prometteuse et annonciatrice d'une amélioration considérable de la détection et de la reconnaissance des menaces, de l'avertissement et de l'évitement, du ciblage (acquisition de cibles et autoguidage), du déploiement des forces tactiques et d'autres processus de commandement et de contrôle. Les récepteurs MSE de radar multifonctions permettront de mesurer avec précision les paramètres des signaux. L'application de la technologie des récepteurs numériques aux MSE de communications permet de poursuivre les postes radio tactiques classiques et les systèmes de communications sans fil classiques, en traitant les signaux au moyen de toute une gamme de normes et de protocoles de communications en pleine évolution, assurant ainsi le moyen de localiser et de poursuivre les utilisateurs du service mobile. Les actifs MSE de communications doivent fonctionner « en mouvement ». Des réseaux de capteurs (netcentriques) MSE auront pour effet d'augmenter la précision et de réduire le temps de réaction. Des contraintes en ce qui concerne les plates-formes et l'intégration obligeront à mettre au point des antennes (réseau à commande de phase) conformées. Les CME actives, telles que les systèmes de brouillage radioélectriques, aveuglent ou attirent les autodirecteurs de missiles, engendrent la confusion et trompent les systèmes de communications, de reconnaissance, de surveillance et de ciblage. Des mesures passives, telles que les paillettes, distraient les autodirecteurs de missiles pour les éloigner des plates-formes amies et déroutent les radars d'acquisition.

L'évolution de mémoires RF numériques et le recours généralisé au traitement numérique des signaux rendront possible une réponse CME plus souple et mieux adaptée. On pourra améliorer les capacités de GE à mesure qu'on comprendra mieux les systèmes de menaces et qu'on aura davantage recours à la modélisation et simulation assistées par ordinateur. Les armes à énergie dirigée, les micro-ondes haute puissance et les impulsions électromagnétiques peuvent servir à neutraliser ou à perturber matériellement les systèmes électroniques. Les mesures MPE permettront d'améliorer la robustesse des systèmes, qui pourront alors mieux

résister aux attaques, par la modélisation et la mesure des effets RF sur l'équipement électronique ainsi que par le développement de blindage. Les plates-formes seront ainsi moins vulnérables à la détection et aux attaques par des missiles guidés RF grâce à la modélisation, à la mesure de la surface équivalente radar et à l'appui aux recherches sur la réduction de la signature RF. L'intégration de la fonction de GE totale, y compris les éléments EO/IR, dans des systèmes d'armes et d'autres capteurs sur de multiples plates-formes se traduira par des réponses plus efficaces, rapides et éclairées aux menaces.

Objectifs stratégiques

(A) **Établissement de l'ordre de priorité des travaux de R & D en GE pour contrer les menaces émergentes :** Prévoir les nouvelles menaces RF classiques et asymétriques (systèmes de communications, capteurs ou armes haute puissance) fondées sur des comptes rendus de renseignements, les progrès des technologies du radar et des télécommunications ainsi que des technologies habilitantes pertinentes, l'analyse et l'expérimentation. Établir de nouvelles priorités et approches de la R & D pour la mise au point de techniques de GE qui permettront de détecter ces menaces, d'en définir les caractéristiques et de les contrer. Appliquer des outils de modélisation et simulation de plus en plus puissants pour évaluer les engagements à prendre en réponse aux menaces.

(B) **Mise au point de technologies et de techniques pour améliorer les capacités des systèmes de GE :** Mettre au point de nouvelles technologies et techniques pour mettre en place des systèmes de GE qui répondront avec une grande précision et une haute résolution à des ensembles étendus de paramètres d'émetteurs multidimensionnels. Exploiter la souplesse des techniques numériques de traitement des données et des signaux pour mettre en place de nouveaux systèmes de GE programmables et adaptatifs afin de permettre des réponses d'une précision chirurgicale aux systèmes de menace repérés ou de les supprimer, tout en réduisant au minimum les effets néfastes sur les émetteurs non ciblés. Mettre au point des techniques qui permettront l'identification précise des émetteurs (radar et de communications) et leur engagement, en vue d'une protection contre les armes RF, et l'optimisation de l'efficacité de ses propres systèmes de défense.

(C) **Mise au point de systèmes d'interrogation, d'évaluation et de réponse automatiques pour des opérations efficaces dans des situations de GE :** Mettre au point des systèmes de GE capables, de manière autonome (automatiquement ou avec assistance), d'interroger le milieu RF, de s'adapter à des changements de priorités d'engagement, d'évaluer les menaces et d'appliquer des mécanismes de réponse adaptatifs. On atteindra ces résultats en intégrant des données a priori aux données provenant de multiples capteurs répartis ou en réseau (capteurs GE et autres), à l'aide de processus dérivés de l'intelligence artificielle et de la régulation automatique par réaction, en déployant des véhicules autonomes spécialisés et en optimisant les procédures de surveillance et de commande suivies par les opérateurs.

Guerre des réseaux d'information

Définition

La R & D sur la guerre des réseaux d'information porte sur les mesures défensives et offensives qu'on peut appliquer aux réseaux d'information numérique, y compris leurs éléments matériels, leurs logiciels et les données qu'ils contiennent et acheminent. La R & D tire profit de la technologie de l'information (TI) pour mettre au point de nouvelles techniques en vue de contrecarrer les activités hostiles aux réseaux, de détecter les intrusions, de récupérer après les attaques, de tirer parti des réseaux de l'adversaire et d'engager l'ennemi dans le cyberespace.

Scientifiques au travail dans la Section des opérations d'information.

Tendances, menaces et possibilités

On assiste à l'explosion mondiale de l'utilisation d'Internet. Cette technologie trouvera de plus en plus d'applications à mesure que la largeur de bande de transmission de l'information et la connectivité augmenteront pour répondre à la demande des utilisateurs des services fixes et mobiles. L'évolution rapide de la TI stimule l'utilisation d'Internet. De simple transporteur de messages qu'il était à ses débuts, Internet est devenu un élément important de l'infrastructure nationale vitale. On se sert de plus en plus de cette technologie pour acheminer un volume important d'informations critiques et personnelles. Le réseau d'information de la Défense (RID) et nombre d'autres réseaux militaires privés subissent l'effet de ces mutations de la technologie, et ils en bénéficient. Une caractéristique de ce changement rapide est la forte dépendance des réseaux militaires envers les systèmes standard disponibles sur le marché, malgré leurs propriétés de sécurité souvent insatisfaisantes. En raison de l'évolution constante de la menace d'attaques logicielles à l'égard des réseaux d'information utilisés par le MDN et les FC, il faut mener des travaux de R & D de manière à assurer la sécurité de ces réseaux et à optimiser les opérations des FC. La sécurité est donc devenue, sur le plan du contenu de l'information comme sur celui de la connectivité, un sujet d'une importance capitale.

Lorsque les intérêts commerciaux dominent principalement le développement de l'infrastructure de ce vaste réseau d'information, on n'accorde pas nécessairement à la sécurité des activités militaires

la priorité qu'elle mérite, ce qui donne naissance à une culture de la menace entretenue par des individus et des groupes d'individus, comme les « pirates informatiques », qui sont organisés politiquement et qui savent comment tirer profit des faiblesses de la sécurité.

Étant donné l'importante dépendance du pays et des FC envers les réseaux d'information, tant fixes que mobiles, ceux-ci sont devenus des cibles de choix pour les groupes qui souhaitent exercer des pressions ou attirer l'attention sur leur cause. De plus, dans le cyberespace, on fait allusion à des opérations militaires internationales qui rassemblent constamment des ressources importantes, et certaines peuvent exercer des activités d'espionnage extrêmement dommageables pour l'infrastructure nationale. Ces agents de menace de plus en plus sophistiqués ont la tâche facilitée par la grande diversité d'outils informatiques perfectionnés dont ils peuvent disposer à loisir. Étant donné que la guerre de l'information ne requiert qu'un investissement minime, elle constitue une des menaces asymétriques les plus sérieuses que la RAM doive neutraliser.

Dans ce milieu en pleine évolution, il est possible d'influencer les spécifications des nouveaux systèmes et, grâce à ses activités de R & D, RDDC peut également orienter les produits standard disponibles sur le marché avant que les nouveaux systèmes atteignent leur maturité. Par ses activités de recherche, RDDC peut découvrir les possibilités qui s'offrent aux FC d'améliorer la sécurité de leurs opérations sur réseaux et influencer ainsi la doctrine et les capacités des FC. RDDC, dont les ressources sont modestes, peut également bénéficier de l'élément moteur qu'est la collaboration avec les autres ministères du gouvernement, l'industrie et les pays alliés.

Objectifs stratégiques

(A) **Protection et certification de l'information pour réseaux de coalition dynamique :** Mettre au point des outils et des techniques de nature à permettre aux FC et au MDN d'utiliser des systèmes commerciaux et ouverts pour échanger de l'information entre eux en toute sécurité dans le cadre d'opérations interarmées et avec des partenaires choisis de coalition dans le cadre d'opérations interalliées. Cet effort portera sur toute une gamme de systèmes (des systèmes fixes ou mobiles aux systèmes tout à fait spéciaux) et d'applications (des applications tactiques locales aux applications stratégiques étendues).

(B) **Évaluation des situations en temps réel en prévision d'opérations d'information de réseau :** Mettre au point des outils et des techniques de nature à permettre aux FC et au MDN d'accroître leurs capacités de surveiller leurs réseaux sans interruption à l'affût d'attaques logicielles, y compris les méthodes permettant de détecter et de comprendre les intrusions et les attaques à l'égard de réseaux fixes et mobiles, ainsi que de modéliser et de visualiser l'état des réseaux.

(C) **Recherche et évaluation automatisées de réseaux et mise au point d'outils pour l'exploitation de réseaux :** Mettre au point des outils et des techniques automatisés pour

découvrir les réseaux d'information d'un ennemi éventuel, en évaluer l'état et les exploiter à l'appui des opérations des FC. Il faut également comprendre ces techniques pour qu'il soit possible de mettre au point des moyens de défense appropriés pour son propre réseau.

Armes de précision

Définition

Les armes de précision peuvent atteindre les cibles (de grande valeur) avec fiabilité, précision et rapidité, de près ou de loin, et permettent d'accomplir une mission en réduisant le plus possible les dommages collatéraux. La R & D porte principalement sur les technologies qui permettent d'évaluer et d'améliorer l'efficacité des armes de précision et de déterminer la vulnérabilité des FC à ces armes.

Tendances, menaces et possibilités

Grâce au progrès technologique, on pourra de plus en plus concevoir des armes à longue portée, plus autonomes, plus précises et à pouvoir destructif accru, lancées par une plus grande variété de systèmes et de plates-formes. Plus spécifiquement, grâce à la mise au point de nouvelles technologies de propulsion, les armes auront une plus grande portée et une plus grande vitesse (régime des vitesses hypersoniques). Des dispositifs d'acquisition et de reconnaissance automatiques des cibles seront installées dans les missiles, et ils seront dotés de liaisons de communication et intégrés à l'espace de combat pour permettre de recueillir des données sur les dégâts de combat et d'en faire une estimation. Des véhicules autonomes sans pilote (aériens, terrestres ou sous-marins) serviront d'armes de précision dans le cadre de futures missions jugées trop dangereuses pour l'emploi de systèmes classiques.

On s'attend à ce qu'en 2020, les FC auront de plus en plus recours à une capacité de frappe de précision à longue portée. Il faudra donc mener des activités de R & D dans les domaines des capteurs, des technologies de traitement, de la propulsion ainsi que du guidage et de la commande de vol. Il faudra étudier des technologies novatrices comme les moteurs à détonations pulsées en raison des importantes retombées qui pourraient en découler pour accroître l'efficacité par rapport à des moyens de propulsion plus classiques. Il faudra donc comprendre les phénomènes aérodynamiques particuliers liés aux très grandes ou aux très basses vitesses. Il faudra étudier les systèmes d'armes à configuration non traditionnelle, comme les suiveurs d'ondes, les sections transversales non circulaires, les fuselages porteurs et les formes furtives, pour déterminer l'effet du régime des vitesses supérieures. Les systèmes microélectromécaniques (MEMS) offrent d'intéressantes possibilités pour la réduction de la traînée atmosphérique des véhicules et pour la gouverne, et elles seront étudiées.

La mise au point des phases de lancement, de guidage et de contrôle de cette nouvelle classe d'armes devra suivre le rythme des progrès de l'électronique, des techniques de traitement de l'information et d'autres domaines apparentés. Les capteurs devront être plus petits et plus intégrés pour que l'acquisition et la discrimination de cibles

ne subissent pas l'influence des différents milieux dans lesquels ces fonctions sont exécutées et que les armes puissent atteindre, la nuit comme le jour, tous les types de cibles. Comme les systèmes d'armes misent sur toute une gamme de technologies, il est essentiel de bien intégrer ces progrès pour que les plates-formes puissent lancer une vaste gamme de charges utiles avec une très grande précision, tout en réduisant les dommages collatéraux le plus possible, à l'encontre de cibles critiques situées à de très grandes distances, et qui se déplacent rapidement.

Pour analyser et optimiser la précision et la performance des systèmes d'armes, il sera essentiel de mener des activités de modélisation et simulation pour évaluer la performance de chaque sous-élément, son interaction une fois intégré au système complet, son efficacité dans le cadre de missions, ainsi que ses rapports avec d'autres jeux de données (scénario opérationnel, données géospatiales) et à l'espace de combat intégré.

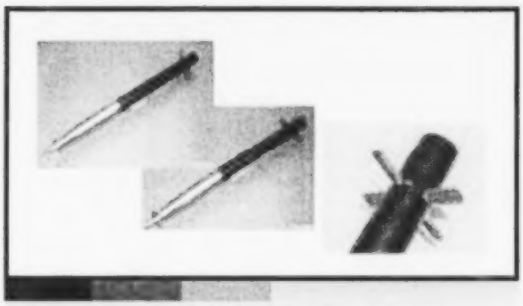
Objectifs stratégiques

(A) **Technologies de propulsion pour une gestion optimale des sources d'énergie de systèmes de véhicules aériens de faible visibilité :** Mettre au point des dispositifs de propulsion novateurs pour des applications à charge utile limitée et de courte portée, ainsi que des propergols plus efficaces et des agents propulsifs plus énergétiques pour des applications à vitesses hypersoniques et à grande distance de sécurité. Les nouvelles technologies de propulsion comprennent les statoréacteurs à carburant liquide ou solide, les fusées canalisées à débit variable, les statoréacteurs à combustion supersonique, les propergols haute densité pour moteurs à détonations pulsées, les propergols endothermiques, les corps de propulseurs composites, la gestion énergétique des moteurs et la notion de faible visibilité.

(B) **Techniques et systèmes de conduite de tir pour l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'armes :** Mettre au point des systèmes évolués de contrôle de la trajectoire comme les expulsions de masses, les dérives en treillis conçues pour améliorer la manœuvrabilité et l'agilité des véhicules aériens. Il faudra étudier les configurations d'armes non traditionnelles comme les suiveurs d'ondes, les sections transversales non circulaires, les fuselages porteurs et les formes furtives en vue du lancement de précision des charges utiles.

(C) **Acquisition et discrimination des cibles pour l'amélioration de l'efficacité des armes contre les cibles critiques :** Mettre au point des capteurs multispectraux et hyperspectraux, combinés à la fusion des données des capteurs, pour assurer une capacité supérieure en reconnaissance, discrimination et acquisition de cibles. Il faudra aussi mettre au point des techniques d'intégration de l'intelligence artificielle pour l'acquisition de cible en mode autonome par les missiles et pour le traitement des données à bord en vue d'obtenir de l'information sur les dégâts de combat et d'en faire une estimation dans les sous-systèmes d'autodirection, de guidage et de commande des armes de précision.

(D) **Modélisation et simulation pour l'amélioration de l'efficacité des plates-formes de systèmes d'armes :** Mettre au point des techniques de modélisation et simulation pour optimiser le degré de précision et la performance des systèmes d'armes, en analysant l'intégration de chaque sous-élément dans le système complet et en évaluant son efficacité dans le cadre de missions en permettant la sélection d'options dans un milieu réaliste. La modélisation et simulation servira aussi à la planification, à l'instruction et aux exercices préparatoires en prévisions de futures opérations interarmées et interalliées (internationales) dans des conditions interopérables virtuelles.



Évaluation d'ailettes pour la commande aérodynamique de missile

Efficacité des armes et contre-mesures

Définition

Par efficacité des armes et contre-mesures, on entend les phénomènes produits par une arme qui interagit avec une cible. On peut examiner ces effets sous l'angle de l'arme (létalité), de la cible ou de la plate-forme (vulnérabilité) et de la détection des systèmes d'armes.

Tendances, menaces et possibilités

Les plates-formes et systèmes de combat de demain seront légers, auront une grande manœuvrabilité, pourront fonctionner sans pilote et seront équipés de systèmes d'armes répondant aux besoins des années 2020. Ils devront pouvoir fonctionner dans des environnements de combat très variables, y compris les opérations en zone urbaine, qui se révéleront probablement parmi les plus difficiles pour ce qui est de trouver les cibles et de réduire les dommages collatéraux. D'autre part, l'augmentation de la létalité des futurs systèmes d'armes se traduira par une plus grande vulnérabilité de nos soldats et de nos plates-formes (aériennes, navales et terrestres).

Ces dernières années, des progrès importants ont été accomplis en science des matériaux et en synthèse dans le domaine des matériaux énergétiques. De nouveaux cristaux hautement énergétiques et plus puissants, les combustibles liants, les nanoparticules, les particules dopées, les additifs polymorphiques, les revêtements métalliques minces et les matériaux métastables, de même que les charges explosives hétérogènes, peuvent augmenter considérablement la quantité d'énergie libérée par des matériaux énergétiques et avoir un effet considérable sur notre capacité à gérer la libération de cette énergie, qu'il s'agisse d'explosifs ou d'agents propulsifs. Les procédés de libération d'énergie très contrôlés, les nouveaux matériaux et les phénomènes convergents peuvent augmenter

notablement l'efficacité des armes (détonation, charges creuses, projectiles formés par explosion, etc.). Les armes volumétriques (y compris les armes thermobares et les explosifs combustible-air) peuvent occasionner d'importants dégâts aux infrastructures et objectifs non renforcés, sous forme d'explosions et d'incendies, et il faudra les comprendre et les exploiter.

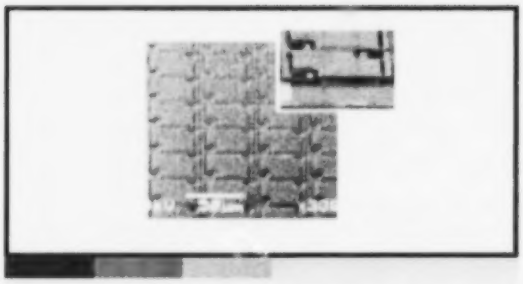
La R & D doit s'employer à augmenter les vitesses de lancement des missiles et des projectiles pour réduire le temps d'engagement et augmenter le pouvoir destructif de ces armes. Au cours des 15 à 20 prochaines années, des poudres à canon HELOVA perfectionnées, plus puissantes, fourniront une propulsion à grande vitesse, des systèmes améliorés d'allumage et de meilleurs propergols à pression de service élevée pour les missiles. La mise au point de canons électromagnétiques et de la propulsion électro-thermo-chimique complète se poursuivra. Les armes à énergie dirigée, qui comprennent les lasers éblouissants/aveuglants, occuperont vraisemblablement une place plus importante sur le futur champ de bataille. Il sera possible d'utiliser très efficacement des micro-ondes haute puissance contre des systèmes équipés d'éléments électroniques vulnérables, comme les systèmes de communications et informatiques, les radars, les imageurs et les systèmes de guidage et de commande. La modélisation et simulation assistées par ordinateur auront une influence capitale sur la conception des futurs systèmes d'armes, leur évaluation et l'optimisation de leur efficacité.

Les objets explosifs dissimulés comme les mines terrestres et les munitions explosives non explosées représentent pour les FC une menace constante, qui ne fera que s'accroître avec le temps. Le passage à une guerre asymétrique auquel nous assisterons élargira la nature des menaces, qui comprendront les dispositifs explosifs artisanaux, les armes légères individuelles et les dispositifs explosifs/terroristes CBR.

Il faudra aussi veiller à la gérance environnementale des zones d'essai et d'instruction, qui ont été soumises à un usage intensif par nos propres forces et nos alliés, si l'on veut s'en assurer la disponibilité à long terme pour l'instruction en temps réel des FC.

Objectifs stratégiques

(A) **Nouveaux matériaux et processus de libération de l'énergie pour l'amélioration de l'efficacité des armes :** Acquérir une compréhension approfondie des phénomènes d'interaction des explosifs et des matériaux, afin de permettre une évaluation à temps des menaces, et mettre au point des contre-mesures efficaces pour la protection du combattant et de l'équipement. L'exploitation des progrès incessants en sciences et en technologie des matériaux donnera lieu à une densité d'énergie plus grande, à une vitesse de détonation et de combustion plus élevée et mieux contrôlée, à un effet de souffle accru, etc., tout en maintenant les propriétés de munitions à risques atténués pour les matériaux énergétiques. La recherche s'attachera à la production de nouveaux types d'ingrédients énergétiques au moyen de nouveaux procédés de fabrication. On aura aussi recours de façon substantielle à la modélisation assistée par ordinateur de la dynamique moléculaire.



Microsystème autonome pour observations au sol.

(B) **Principes de mise au point et de déploiement de systèmes d'armes non létaux et à grand pouvoir de destruction :** Mieux comprendre les principes physiques des différentes classes de têtes explosives ayant une énergie destructrice accrue, et en étudier l'efficacité par rapport aux blindés évolués (p. ex., passifs, réactifs, actifs) et en milieu urbain en vue de dommages collatéraux minimaux. On étudiera trois classes d'armes : les armes qui libèrent de l'énergie chimique lorsqu'un matériau énergétique frappe directement une cible (p. ex., explosions, projectiles formés par explosion, charges creuses); les armes qui libèrent de l'énergie chimique pour lancer des projectiles préformés (p. ex., bombes de pénétration à énergie cinétique, bombes à souffle/fragmentation); et les nouvelles armes non conventionnelles (p. ex., armes non létales, micro-ondes haute puissance, impulsions électromagnétiques, lasers à grande énergie, etc.).

(C) **Contre-mesures pour une amélioration des chances de survie :** Mettre au point des matériaux et des systèmes de protection grandement améliorés pour le personnel et les plates-formes mobiles et fixes. Effectuer des analyses détaillées de vulnérabilité et létalité (V/L) avant de se lancer dans la conception de nouveaux systèmes de surviabilité: à cette fin, on aura besoin de mettre au point de nouveaux outils d'évaluation en regard de menaces nouvelles et plus performantes. On visera des systèmes de protection passifs, actifs et réactifs qui ont un temps de réponse plus rapide et qui réussiront mieux à mettre en échec les futures munitions. On mettra au point de meilleurs systèmes de détection (p. ex., imagerie hyperspectrale, méthodes nucléaires, résonance nucléaire quadripôle) pour la détection et l'identification des armes de défense de zone, les munitions explosives non explosées et les dispositifs explosifs artisanaux, en accordant une attention particulière à la fiabilité et à la réduction des fausses alertes.

(D) **Instruction et technologies durables pour le maintien des installations d'entraînement du MDN :** Faire avancer l'état actuel des connaissances sur la nature et la portée de la contamination résiduelle des sites d'entraînement, et trouver des solutions pour assurer une saine gestion de ces installations en tant que ressources durables. La R & D portera sur les risques environnementaux que les munitions non explosées posent pour les zones d'essai et d'entraînement et contribuera à maintenir les activités des zones, tout en assurant la gérance de l'environnement et la conformité aux règlements.

Nouveaux matériaux et biotechnologie

Définition

Cette activité de R & D reflète l'importance croissante que revêtent les matériaux évolués ou de pointe, organiques et inorganiques, pour les systèmes militaires et civils. Les progrès accomplis dans la technologie des matériaux et la biotechnologie sont devenus des moteurs de la technologie, plutôt que des réponses aux besoins. Cette activité portera principalement sur la recherche appliquée sur les matériaux, la biotechnologie et les sources d'alimentation de pointe, y compris une démonstration technologique des applications dans ces domaines.

Tendances, menaces et possibilités

On a souvent considéré que les matériaux ne constituaient rien de plus que le tissu des systèmes structuraux, ce qui fait qu'on ne les sélectionnait généralement qu'après coup ou en fonction des contraintes de résistance. On entend par « matériaux fonctionnels » les matériaux qui ont des caractéristiques de performance au-delà de leur résistance aux charges, comme les matériaux piézoélectriques, magnétostrictifs et semi-conducteurs. Depuis un certain temps, les progrès réalisés dans les matériaux fonctionnels ont inspiré des changements de conception dans les transducteurs acoustiques; les progrès récents dans la technologie des matériaux ont encouragé l'étude de la conception axée sur les matériaux dans une gamme élargie d'applications. Les nouveaux matériaux fonctionnels à résistance supérieure (comme les polymères diélectriques) auront une performance analogue à celle du tissu musculaire animal, ce qui révolutionnera la capacité des transducteurs et des actionneurs.

On a également réalisé récemment avec succès des démonstrations de matériaux « intelligents » qui s'adaptent ou réagissent à leur environnement, ce qui permettrait de mettre au point sur une grande échelle des capteurs et des actionneurs intelligents, des systèmes de commande adaptatifs et des structures intelligentes. Imaginez une aile d'avion adaptative qui change de forme en fonction des conditions de vol, remplaçant les gouvernes articulées. Des uniformes de combat faits de matériaux intelligents (avec un produit de la biotechnologie) répondraient aux exigences habituelles de confort et de résistance, tout en présentant une résistance inhérente aux menaces chimiques et biologiques et une capacité de camouflage adaptative.

La fabrication moléculaire – caractérisée par la capacité de concevoir des dispositifs qui ont, dans chaque dimension, à peine quelques dizaines ou quelques centaines d'atomes et de les assembler atome par atome – ouvre la voie à des réalisations très prometteuses dans les domaines de l'électronique, des capteurs et des matériaux sur mesure. Les applications militaires comprennent la capacité de calcul massif, l'amortissement structural actif/passif et le contrôle de la signature des plates-formes militaires, le contrôle de l'état des systèmes, les vêtements de protection intelligents, les capteurs de combat intégrés, les détecteurs biologiques et le camouflage variable. Cette activité de R & D comprend l'application de

l'autoassemblage biomoléculaire (façon dont la nature produit une substance possédant des propriétés inhabituelles) à la synthèse contrôlée des matériaux.

La biotechnologie présente à la fois des menaces et des possibilités. L'ennemi pourra modifier ou dissimuler sans difficulté les agents de menace, ce qui les rendra plus infectieux, plus destructeurs et plus difficiles à prévenir, à détecter et à traiter. Il sera possible de produire d'importantes quantités de toxines et de biorégulateurs comme armes militaires non létales. Pour contrer les nouvelles menaces, la biotechnologie permettra la production de nouveaux traitements et accélérera la production de meilleurs vaccins et agents prophylactiques. Les progrès accomplis dans le génie biomédical permettront de réunir les progrès en traitement de l'information, en miniaturisation et en biotechnologie pour assurer une surveillance en temps réel des indicateurs de santé, de la prestation de traitement automatisé, des dispositifs de diagnostic à tolérance au champ et des aides au triage.

Les opérations militaires dépendent de plus en plus de la propulsion électrique, des systèmes électroniques et des communications sans fil, ce qui crée une demande croissante à l'égard de l'alimentation en électricité. Aucune technologie ne peut satisfaire tous les besoins, mais il faut réduire au minimum le nombre de variantes en ce qui concerne les sources d'alimentation. La réponse réside dans la mise au point de sources d'énergie électrochimique, électromécanique et renouvelable, peut-être dans la combinaison des meilleures propriétés de chacune dans des sources d'énergie hybride et l'amélioration des éléments de la fourniture de l'alimentation.

Objectifs stratégiques

(A) **Matériaux fonctionnels pour transducteurs, actionneurs et structures intelligentes :** Mettre au point des commandes et des structures pouvant offrir une réponse optimale aux charges externes pour surmonter la contrainte de la performance des matériaux fonctionnels sur la performance des transducteurs, des actionneurs et des dispositifs de contrôle. L'introduction de matériaux fonctionnels à résistance élevée aux contraintes laisse entrevoir des avantages supérieurs à la simple reconfiguration des conceptions existantes.

(B) **Remplacement de matériaux classiques pour l'amélioration du rendement mécanique et chimique des matériaux :** Étudier les polymères sur mesure comme matériaux de substitution en choisissant et en formulant soigneusement les matériaux, ainsi qu'en réexaminant les paramètres de conception, en vue de l'exploitation optimale des capacités des matériaux. Mettre au point des techniques de modélisation avancées permettant de prévoir la performance mécanique et chimique du produit et d'estimer la faisabilité. Mettre au point des capacités de conception, des méthodes d'établissement des caractéristiques microstructurelles et des processus d'essai de qualification pour les systèmes de revêtement écologiquement conformes.

(C) **Synthèse de matériaux militaires par des techniques de fabrication moléculaire à rendement supérieur :** Mettre au point et appliquer des techniques pour la synthèse de matériaux haute performance pour la technologie des applications de la combustion

et de la tribologie, du fait que les techniques classiques de métallurgie ne permettent pas les combinaisons de la résistance et de la dureté des matériaux requises pour les systèmes militaires. L'assemblage des matériaux au niveau moléculaire semble prometteur, et la R & D portera au départ sur les applications en aéronautique et pourrait comporter des retombées pour d'autres applications et d'autres problèmes à mesure qu'on acquerra de l'expérience.

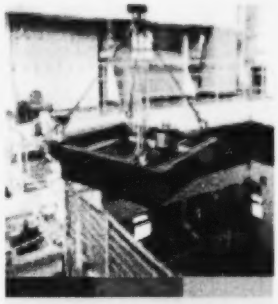
(D) **Biotechnologie au service de la protection de l'environnement du personnel des FC :** Mettre au point des revêtements et des matériaux possédant des caractéristiques améliorées et offrant une meilleure performance pour protéger le personnel dans des milieux hostiles en appliquant la biotechnologie aux sciences des matériaux.

(E) **Sources d'alimentation évoluées pour répondre aux besoins futurs du personnel et des plates-formes militaires :** Améliorer les sources d'électricité requises pour répondre à la demande croissante d'alimentation dans les plates-formes et l'équipement considérés comme hautement prioritaires par les FC. Les travaux dans ce domaine comprendront la R & D en ce qui concerne :

1. les nouveaux matériaux et les nouvelles techniques de microfabrication dont on se sert pour les sources d'énergie électrochimique;
2. le stockage et la production d'hydrogène et le reformage de combustibles logistiques pour les cellules à combustible;
3. les technologies d'intégration des plates-formes et de puissance d'impulsion.

Gestion des signatures

Définition



Expériences sous-marines sur le bruit transmis par rayonnement.

La R & D en gestion des signatures porte sur un ensemble de technologies liées à la réduction des champs et des émissions détectables (signatures) et à la gestion des risques de détection et de classification des actifs par l'ennemi, qui peut les choisir comme cibles. (Elle n'englobe pas la contre-détection ni la gestion des émissions de communications, qui relèvent d'autres activités de R & D.) La technologie employée vise à modifier les caractéristiques de signature des actifs militaires afin de les rapprocher le plus possible des caractéristiques de l'arrière-plan, au point de les confondre. La gestion des signatures vise à faire prendre conscience, aux commandants, des signatures et des effets que leurs actions et leurs décisions ont sur la vulnérabilité.

Tendances, menaces et possibilités

Les forces militaires se servent déjà de la furtivité à leur avantage, mais elles doivent constamment rehausser leur capacité pour contrer la variété et la complexité toujours croissantes des systèmes de capteurs déployés par l'ennemi. Il est possible de réduire les signatures passives (intensité acoustique de la cible, champs électriques et magnétiques statiques, surface équivalente radar, rétroréflectivité

optique, etc.) en utilisant de nouveaux matériaux et en innovant dans les domaines de la conception, de la construction ou de la forme des objets. Quant aux signatures actives (bruit acoustique transmis par rayonnement, électromagnétisme basses fréquences, traînée infrarouge, etc.), elles requièrent surtout une réduction des émissions à la source, un blindage approprié et une reconfiguration de leur forme. On peut aussi réduire les deux types de signature en mettant au point des contre-mesures particulières.

Les actifs des FC courent le risque d'être éclairés par les forces ennemies ou de révéler leur présence par les émissions de leurs propres plates-formes, y compris les capteurs actifs. Les signatures les plus importantes relèvent des domaines suivants : l'acoustique, les champs électriques et magnétiques statiques et basses fréquences, les RF (radar et communications) et l'EO (dans le spectre visible, l'IR et l'ultraviolet [UV]). La menace provient de la complexité croissante des capteurs, de l'analyse fournie par le traitement informatique et du risque que l'adversaire exploite n'importe quelle émission. Le combattant actuel n'a pas une connaissance suffisante du risque, pour ses propres opérations, de sa signature et de l'effet qu'elle a sur ses propres capteurs.

Les technologies de réduction de la signature augmentent la surviabilité en réduisant la capacité de l'ennemi de choisir nos actifs comme cibles, accroissent notre capacité à engager l'ennemi n'importe où dans l'espace de combat et améliorent la performance des capteurs des FC.

Objectifs stratégiques

(A) **Prédiction et réduction de la signature sous-marine pour l'amélioration de la surviabilité et de l'efficacité des capteurs :** Étudier l'acoustique, l'électromagnétisme et les caractéristiques du sillage des plates-formes navales pour trouver les solutions possibles aux problèmes de signature actuels et futurs. Les participants au programme acquerront des capacités d'analyse, de modélisation et de contre-mesure, prendront des mesures pleine échelle, fourniront au MDN un avis technique indépendant, préserveront la base de connaissances entre les acquisitions majeures et résoudront des problèmes en service.

(B) **Prédiction et réduction des signatures de surface et aériennes pour l'amélioration de la surviabilité et de l'efficacité des capteurs :** Étudier les signatures EO/IR, radar et RF de véhicules et de plates-formes en vue d'évaluer les solutions possibles aux problèmes de signature actuels et futurs. Le programme comprendra la mise au point de matériaux adaptables et de techniques de camouflage, la modélisation du camouflage EO/IR, l'étude de la surface équivalente radar monostatique et bistatique de plates-formes recouvertes de matériaux absorbants radar (MAR), la mise au point de techniques de réduction de la surface équivalente radar par la reconfiguration des formes, l'amélioration des techniques de mesure et de modélisation de la surface équivalente radar (en particulier pour la localisation des points « chauds » de la surface équivalente

radar), l'étude des signatures EO/IR multispectrales et hyperspectrales, et la modélisation des signatures IR et UV des plates-formes.

(C) **Méthodes d'intégration et d'optimisation de la gestion complète des signatures des plates-formes :** Élaborer une approche intégrée de la gestion des signatures pour s'assurer que les améliorations apportées à une signature associée à un sous-système n'ont pas d'effet défavorable sur une autre. Il s'agit d'optimiser la gestion des signatures sur l'ensemble de la plate-forme, et cet objectif s'applique à la flotte navale, aux véhicules terrestres et aux actifs aériens. Mettre au point des outils et des méthodologies de gestion des signatures pour fournir à un commandant et à son système de contrôle du combat en temps réel des données sur les signatures émises par ses plates-formes et leur importance relative. Ces données seront intégrées dans un seul outil convivial d'évaluation des menaces et de la vulnérabilité pour chaque plate-forme, et elles permettront de diriger les efforts de réduction des signatures.

(D) **Évaluation et réduction de la sensibilité pour le déploiement efficace des contre-mesures :** Mieux faire comprendre au combattant les risques qu'il a d'être ciblé et ce que la plate-forme et la gestion des signatures peuvent faire pour réduire ces risques au minimum. En outre, le combattant doit comprendre l'efficacité opérationnelle de la déception et des contre-mesures possibles. Même si l'idéal était de trouver des solutions techniques pour rendre toutes les plates-formes ou d'autres actifs invisibles, un tel objectif ne serait ni possible ni réaliste. Il s'agit d'utiliser efficacement des contre-mesures, non pas de les mettre au point, et d'employer de la meilleure façon possible des tactiques et des contre-mesures coordonnées appropriées en ce qui concerne toutes les dimensions pertinentes des signatures durant un engagement.

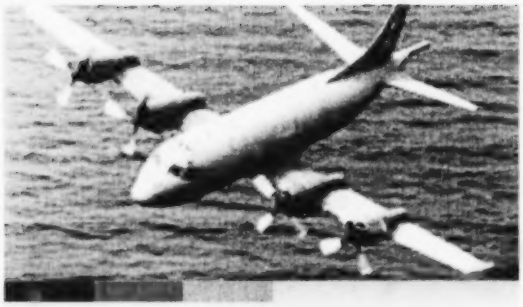
Performance des plates-formes et gestion du cycle de vie (GCV)

Définition

Cette activité de R & D est axée sur l'amélioration de la performance, de la sécurité et de la GCV des plates-formes militaires. La notion de « performance » est prise dans son sens le plus large, c'est-à-dire qu'elle englobe aussi bien la capacité de déplacement et de manœuvre dans des milieux opérationnels que les exigences et le rendement des systèmes de propulsion. La notion de « sécurité » se limite aux attributs fondamentaux des plates-formes qui ne sont pas autrement liés aux activités de R & D relatives aux opérations en temps de guerre.

Tendances, menaces et possibilités

La flotte militaire canadienne est formée d'un nombre limité de types ou classes de plates-formes dont la durée de vie escomptée est d'environ 35 ans. Le rythme moderne du changement technologique dans les systèmes embarqués ne cadre pas avec de telles durées de vie. La R & D joue un rôle capital dans l'atténuation des effets de l'utilisation de



Avion de patrouille à long rayon d'action CF-140 Aurora.

plates-formes désuètes bien au-delà de la période qui serait acceptable dans la pratique civile. La flotte militaire canadienne est formée d'un nombre limité de types ou classes de plates-formes dont la durée de vie escomptée est d'environ 35 ans. Le rythme moderne du changement technologique dans les systèmes embarqués ne cadre pas avec de telles durées de vie. La R & D joue un rôle capital dans l'atténuation des effets de l'utilisation de plates-formes désuètes bien au-delà de la période qui serait acceptable dans la pratique civile. Le corollaire de la GCV est la sécurité. Le Canada utilise quelques flottes exclusives à ses forces armées et ne peut donc pas compter sur d'autres nations pour la gestion de la sécurité opérationnelle. Des consultations sur demande avec les opérateurs et les responsables de la GCV permettent d'assurer un appui essentiel en service et d'identifier les possibilités de R & D en vue de prolonger l'aptitude au service opérationnel des plates-formes et de l'équipement.

La dynamique des fluides touche directement l'étude de la propulsion, des signatures et du comportement dynamique des plates-formes aériennes et navales, et elle constitue la source des principales forces qui s'exercent sur la structure des plates-formes. Il est indispensable de comprendre la mécanique des structures si l'on veut garantir l'intégrité structurale des plates-formes, qu'il s'agisse d'établir les limites opérationnelles des nouvelles plates-formes ou de gérer – aux points de vue économique et sécuritaire – leur utilisation pendant leur cycle de vie. La science des matériaux a un rôle de soutien dans l'étude de l'intégrité structurale, de la propulsion des plates-formes et des systèmes. Étant donné la durée de vie des plates-formes et des systèmes, on doit y intégrer de nouveaux matériaux et innover dans la gestion des matériaux existants. Compte tenu de la durée de service prévue des plates-formes, il est pratiquement impossible d'envisager des innovations sur l'ensemble d'une plate-forme. Dans ce contexte, les FC doivent veiller à intégrer de nouvelles technologies et de nouveaux systèmes (p. ex., systèmes d'armes) dans des plates-formes existantes et à ce que l'acquisition de nouveaux véhicules se traduise par des choix robustes qui offrent de bonnes possibilités de croissance et d'adaptation à long terme. Il est essentiel d'avoir recours à des outils multidisciplinaires d'optimisation de la conception si l'on veut atteindre cet objectif.

On se sert abondamment de simulations pour entraîner les opérateurs, et on s'en sert de plus en plus pour entraîner le personnel de maintenance. Lorsqu'on introduit du nouvel équipement ou qu'on change des processus de GCV, on a recours aux simulations pour analyser les questions de GCV afin de s'assurer de la disponibilité actuelle ou future des ressources des FC, de mener des études hypothétiques, d'élaborer des approches servant à

déterminer les temps d'immobilisation prévus/les coûts minimaux et d'examiner les besoins en personnel et en instruction. Même si une technologie appropriée de simulation existe déjà, il reste des travaux à faire pour obtenir des résultats fidèles lors de simulations pour les applications de la GCV.

Objectifs stratégiques

(A) **Simulation numérique fiable en dynamique des fluides pour les configurations de véhicules complexes et les écoulements extrêmes :** Exploiter les méthodes actuelles de calcul en dynamique des fluides pour accroître notre compréhension des écoulements extrêmes que l'on retrouve dans les applications militaires. Étudier de nouvelles méthodes pour combler les lacunes des méthodes actuelles. À mesure que la technologie des calculs s'améliore, y avoir recours pour trouver des solutions aux exigences élevées des configurations géométriques complexes. Étudier la mise au point de méthodes plus simples permettant de trouver rapidement des solutions partielles aux types de problèmes qui présentent un intérêt.

(B) **Modélisation structurelle en vue de l'insertion de technologie de matériaux de pointe et de la GCV de plates-formes militaires :** Étendre les modèles actuels d'analyse structurale et les capacités de prédiction numérique en place pour admettre de nouveaux matériaux structuraux qui présentent des modes de défaillance nouveaux ou modifiés. Intégrer des modèles de disciplines connexes dans des processus multidisciplinaires de conception et d'optimisation qui garantissent la pondération appropriée de la performance et des coûts durant les phases initiale et de modification/ réparation de la conception. Par ailleurs, étendre les méthodes d'analyse structurale et de surveillance du bon fonctionnement en service pour traiter les structures en service efficacement et permettre la GCV à une date ultérieure d'après des modèles de simulation validés. Mettre au point des processus analytiques pour bien comprendre les mécanismes de dégradation causés par la prolongation des plates-formes au-delà de la durée de vie prévue, et mettre au point des stratégies et des technologies, comme la substitution de matériaux et les revêtements, pour y mettre un frein.

(C) **Technologie de matériaux de pointe et modélisation pour l'amélioration de la GCV des systèmes de propulsion militaires :** Mettre au point des techniques de GCV rentables, de nouvelles approches pour récupérer de dommages subis, ainsi que des revêtements et des matériaux structuraux ou réfractaires, pour répondre à des exigences militaires particulières en ce qui concerne les systèmes de propulsion et leur performance. Intégrer la performance des systèmes de propulsion, la conception du matériel et les systèmes de commande évolués de disciplines connexes dans des processus multidisciplinaires de conception et d'optimisation des systèmes qui garantissent la pondération appropriée de la performance et des coûts durant les phases initiale et de modification de la conception, afin d'atteindre des objectifs

particuliers de performance (efficience et gestion des signatures) compte tenu des restrictions liées à la GCV.

(D) **Modélisation des limites et de la sécurité d'exploitation des plates-formes militaires pour l'amélioration de l'efficacité opérationnelle et de la surviabilité :** Évaluer l'intégration des nouveaux systèmes dans des véhicules existants afin d'améliorer l'efficacité opérationnelle, de comprendre la dynamique des plates-formes, ainsi que la stabilité et l'intégrité structurale, et d'établir les fondements matériels nécessaires à la simulation des systèmes des plates-formes et aux prévisions de la performance humaine.

Techniques de survie dans divers milieux

Définition

L'application des techniques de survie maintient ou augmente l'efficacité et la protection de chacun des membres du personnel qui font fonctionner des plates-formes/systèmes de combat spécialisés, comme l'équipage d'aéronef, les sous-mariniers et les plongeurs ou les soldats qui évoluent dans des conditions difficiles. Ces milieux opérationnels rendent impossible l'exploitation optimale des capacités des plates-formes/systèmes ou mettent des vies en danger sans que le personnel bénéficie de la protection des techniques de survie.

Tendances, menaces et possibilités

On assiste, dans la science des matériaux, à une révolution qui laisse entrevoir la mise au point de matériaux et de tissus possédant des caractéristiques nouvelles et uniques pour accroître la protection et optimiser la performance et le confort personnels. Le défi consistera à miser sur ces progrès et sur les améliorations réalisées dans des domaines techniques connexes, comme les capteurs et la puissance de traitement des ordinateurs, et à les intégrer dans l'équipement/les systèmes de survie.

Compte tenu de la diversité des espaces de combat et des degrés de létalité des armes inhérente au concept de la RAM, des besoins croissants de compatibilité et d'interopérabilité avec nos alliés et des prévisions actuelles concernant les rôles des FC et les plates-formes de combat pour les deux prochaines décennies, tout indique que les FC devront disposer d'une gamme plus étendue de technologies de survie plus sophistiquées qui aideront les effectifs à l'échelle individuelle et collective dans les milieux opérationnels aériens, spatiaux, terrestres et sous-marins.

La chambre de simulation de l'Arctique reproduit les dures conditions hivernales de cette région.

Par exemple, les capacités technologiques des avions de combat actuels poseront sans cesse de nouveaux défis aux tolérances physiologiques humaines aux forces d'accélération (les « forces g »). Si la décision est prise de remplacer l'avion de combat actuel, la prochaine génération d'aéronefs à grande manœuvrabilité (dont certains pourront évoluer à l'altitude de l'espace) imposera de nouvelles technologies de survie. Pour les plongeurs, il y a une évolution progressive continue, qui a permis de remplacer le scaphandre autonome à air par des appareils modernes à circuit fermé à mélange de gaz et à oxygène et de mettre au point des systèmes alimentés en surface, des engins télécommandés et des submersibles. La planification relative à l'acquisition récente de sous-marins comprend des mesures d'urgences d'évacuation et de sauvetage, qui rendront nécessaire le choix de nouvelles technologies de survie. Les défis s'étendent au-delà de la simple mise au point de technologies de survie pour faire face aux facteurs qui limitent la survie dans de telles conditions. Ces plates-formes, de même que celles qui sont prévues pour les forces terrestres de l'avenir, intégreront des capteurs et des technologies d'affichage de l'information qui contribueront à une meilleure connaissance de la situation. On ne pourra maintenir cette meilleure connaissance que si des technologies de survie sont mises au point e manière à assurer la conservation des capacités physiologiques et cognitives.

Des progrès accomplis dans d'autres domaines de recherche faciliteront probablement la télésurveillance des réponses physiologiques, cognitives et comportementales vitales durant des opérations bénéficiant d'un soutien en matière de technologies de survie. Non seulement une telle télésurveillance sera utile pour la mise au point d'équipement adaptatif de survie, mais aussi il sera possible de l'exploiter pour améliorer la connaissance de la situation aux fins de commandement et de contrôle ainsi que pour la modélisation et simulation.

Objectifs stratégiques

(A) **Technologies d'adaptation pour l'amélioration de la protection contre les défis opérationnels et environnementaux :** Incorporer la nanotechnologie, la technologie des capteurs et la biotechnologie dans des capteurs biologiques et des processeurs de signaux intégrés, qui pourraient être utilisés dans la mise au point de matériaux « intelligents », réactifs et « réactionnels », ce qui contribuera à l'amélioration des ensembles de protection individuelle et des mesures de contrôle technique destinés à contrer les menaces environnementales et opérationnelles. Les progrès réalisés dans ces domaines, conjugués à la connaissance de l'ergonomie et des limitations physiologiques et comportementales, devraient également mener à une amélioration notable de la conception et de l'intégration des technologies de survie.

(B) **Contre-mesures pour maintenir et améliorer la performance humaine dans des milieux hostiles :** Définir l'impact des facteurs environnementaux néfastes sur la performance physiologique et cognitive individuelle. Mettre au point des techniques et des systèmes de protection ainsi que des contre-mesures physiologiques et cognitives

connexes pour maintenir un niveau de confort et la performance dans des conditions défavorables.

(C) **Surveillance, enregistrement et transmission à distance des signaux physiologiques, cognitifs et comportementaux vitaux à l'appui de systèmes de contrôle « préventif » de la survie :** Mettre au point des systèmes pour surveiller, enregistrer et transmettre à distance des signaux physiologiques, cognitifs et comportementaux vitaux en vue de leur utilisation dans les technologies de survie, les systèmes C2 et pour la modélisation et simulation. Intégrer ces systèmes et les réseaux neuronaux pour mener à des systèmes de contrôle « préventif » de la survie qui permettront de retirer à temps l'homme de situations et de milieux dangereux.

Médecine opérationnelle

Définition

La R & D en médecine opérationnelle traite des connaissances, des procédures et du matériel nécessaire à la conservation de la santé physique et psychologique, à la préservation de la capacité opérationnelle et à l'accélération de la reprise anticipée des fonctions du personnel militaire touché. La R & D comprend les mesures prophylactiques adéquates pour que le personnel évite les blessures et la perte de son efficacité opérationnelle; les matériaux, les dispositifs et les procédures qui permettent d'identifier et de traiter rapidement et efficacement les traumatismes, ainsi que de traiter les infections et les blessures aiguës causés par des armes et des dangers opérationnels. Il s'agit de réduire ou d'éliminer les blessures ou leur impact opérationnel au moyen d'indicateurs d'alerte rapide, de diagnostics et d'aides au triage pour confirmer la gravité des blessures sur place et faciliter le transfert des blessés dans des installations cliniques situées à l'arrière.

Tendances, menaces et possibilités

Les exigences concernant la prévention, le diagnostic et le traitement des blessures reçues au combat doivent être adaptées au nouvel espace de combat et aux effets des futures armes, ainsi qu'aux opérations de contingence auxquelles participera le personnel des FC. Les nouvelles menaces asymétriques et l'accent de plus en plus marqué sur l'interopérabilité avec les forces américaines et d'autres forces alliées bien équipées dans des opérations de coalition et de contingence feront ressortir la nécessité des contre-mesures médicales intégrées (comme les dispositifs, les médicaments et les vaccins approuvés) et des technologies de diagnostic rapide. La nécessité d'obtenir l'approbation réglementaire des médicaments et des dispositifs alourdit le fardeau en ce qui concerne les procédures, les coûts et le temps, fardeau qui commence durant les recherches et se poursuit jusqu'à la mise au point et au déploiement.

Les commandants reconnaissent de plus en plus l'importance des initiatives de protection de la santé des Forces non seulement sur le champ de bataille, mais aussi dans le cadre des missions humanitaires et de maintien de la paix. La disponibilité de

Une personne blessée reçoit des soins (exercice).

contre-mesures médicales adéquates pour contrer les maladies endémiques et les dangers chimiques, biologiques, professionnels et environnementaux potentiels est devenue un élément critique pour déterminer l'état de préparation, la déployabilité et le maintien en puissance de la capacité opérationnelle. Il en découle une nécessité plus grande d'offrir une protection et une détection à l'égard d'une gamme plus large de sources de blessure (p. ex. accidents, armes classiques, dangers CB, armes non létales et nouvelles, sources de blessures mixtes et matériaux industriels toxiques [MIT]) afin d'en réduire l'impact opérationnel.

La mise au point d'un système d'aide au diagnostic médical non invasif revêt une importance capitale pour assurer le traitement rapide et à temps des blessures, en particulier celles qui sont causées par des traumatismes fermés ou par souffle ainsi que par des dangers toxiques. Les progrès accomplis en génie biomédical permettront de faire évoluer les biocapteurs, l'imagerie, le traitement de l'information, la miniaturisation et la biotechnologie, ce qui se traduira par de nouvelles possibilités comme la surveillance en temps réel des indicateurs de l'état de santé, l'automatisation des traitements, les dispositifs de diagnostic utilisables sur le terrain et les aides au triage pour les blessures traumatiques et les autres blessures.

Des technologies pertinentes devront être élaborées en collaboration avec le secteur privé et le milieu universitaire si l'on veut assurer la mise au point et l'application des produits et des capacités dont les FC ont besoin. Il est essentiel d'acquérir des capacités et des compétences internes pour veiller à ce que les solutions formulées pour des applications cliniques/civiles soient reconnues, sélectionnées et élaborées pour protéger la santé des FC et maintenir leur capacité opérationnelle. Pour assurer le traitement médical des blessures auquel on s'attend dans des milieux opérationnels, il faudra connaître les mécanismes des agents CB et d'autres substances toxiques, les blessures psychologiques et physiques.

Objectifs stratégiques

(A) **Dispositifs, procédures et traitements pour la gestion des blessés et les diagnostics :** Mettre au point des appareils, des procédures et des traitements destinés à préserver l'état de santé (physique et psychologique), à stabiliser les blessures et à accélérer la récupération. Les diagnostics

seront servis par des méthodes et des appareils robustes, déployés sur le terrain, qui permettront de reconnaître les indicateurs de traumatismes, de maladies ou d'exposition à des menaces toxiques, et qui seront de plus en plus automatisés et reliés aux centres de ressources par la télémédecine. Les technologies utilisées comprennent le génie biomoléculaire, la modélisation et simulation, les capteurs intégrés au corps humain, la miniaturisation, les matériaux de pointe et les composants microélectroniques.

(B) **Production de nouvelles thérapies, de nouveaux systèmes de surveillance de l'état de santé personnel et de nouveaux outils d'aide au diagnostic :** Modéliser les molécules de toxines et d'agents de menace, élaborer des thérapies particulières et tirer parti des progrès réalisés en biotechnologie et en chimie par modélisation numérique/CAO pour produire de nouvelles thérapies. Recommander ou mettre au point des aides au diagnostic et des systèmes de surveillance de l'état de santé personnel. Tirer parti des progrès accomplis en pharmacologie pour apprendre à connaître les éléments réactifs et les effets des toxines et des produits chimiques dangereux, acquérir des capacités de détection et de surveillance et mettre au point des traitements spécifiques destinés à prévenir les effets indésirables des dangers et des menaces.

(C) **Prévention et traitement des maladies endémiques et causées par des armes :** Mettre au point les procédures et les barrières contre l'infection, les méthodes de vaccination (vaccins classiques, à vecteur et basés sur l'ADN) et de non-vaccination (anticorps ou modification du système immunitaire). Mettre au point des traitements qui comprennent la prochaine génération d'antibiotiques et d'antiviraux. Mettre au point des appareils améliorés permettant de livrer les thérapies sur les sites d'infection. Tirer parti des progrès en biotechnologie pour acquérir les capacités de défense et de protection requises.

Évaluation et identification des dangers chimiques/biologiques/radiologiques (CBR) et protection contre ces dangers

Définition

La défense chimique, biologique et radiologique (DCBR) porte sur la détection, l'identification et la gestion du spectre des agents de menace DCBR et la protection contre ceux-ci. La gamme des agents DCBR va des armes CBR « traditionnelles » aux menaces nouvelles, improvisées ou émergentes, y compris les nouveaux agents neurotoxiques, les armes de dispersion radiologique et les agents et toxines d'armes biologiques génétiquement modifiés.

Tendances, menaces et possibilités

Les dangers CBR représentent, pour les FC, les menaces asymétriques originales les plus impor-

Des chercheurs mettent au point la technologie de pointe pour contrer les menaces chimiques et biologiques.

tantes et celles qui se développent le plus. La gamme de ces agents prolifère à une vitesse vertigineuse par suite de leur production intensive, de la mise au point de nouveaux agents, de l'évolution de la biotechnologie et des échecs dans la mise en place des mesures de contrôle et des infrastructures appropriées dans les États où des opérations de contingence sont requises. Afin d'évaluer en temps voulu et avec précision la menace et ainsi découvrir les contre-mesures qui protégeront efficacement les FC, il est indispensable de créer un programme de recherche actif et axé sur les aspects défensifs et ce, dans les disciplines fondamentales.

Les menaces asymétriques CBR fournissent à l'adversaire des avantages politiques et un effet multiplicateur de force considérables, comme la perturbation du rythme des opérations, l'interruption ou le refus de l'accès aux infrastructures essentielles ainsi que la propagation de la peur et de l'incertitude chez les militaires et dans la population civile.

L'impulsion donnée à la mise au point, au déploiement, aux applications de ces menaces et à leur prolifération se poursuivra donc. L'utilisation des matériaux industriels toxiques à des fins militaires constitue une menace croissante et une arme qui est à la portée de n'importe quel adversaire. Les maladies et les toxines mises au point par génie génétique ou génétiquement modifiées n'exigent qu'un effort minimal pour faire un maximum de victimes. Leur prolifération se poursuivra, car elles augmenteront considérablement le moyen de pression que représente, pour les États ou les organisations terroristes, l'utilisation d'agents CBR contre les populations civiles, non protégées. Cette prolifération représente également une menace asymétrique pour les non-combattants se trouvant en dehors du théâtre des opérations, les Canadiens qui vivent dans le pays par exemple. En outre, des agents CBR seront mis au point contre les matériaux ou les systèmes d'armes eux-mêmes. Les nouvelles menaces de l'avenir seront les agents qui attaquent le caoutchouc, les composites de pointe ou les composants électroniques.

L'évolution de la biotechnologie et des sciences biologiques de pointe entraînera une réduction considérable du temps de mise au point des agents de menace. En outre, les indices traditionnels de la menace (infrastructure de recherche, essais, production, armement et volonté politique) pourraient se cacher dans les programmes légitimes de recherche, ce qui les rendrait difficiles à détecter par les services du renseignement.

Il faudra relier étroitement la mise au point de contre-mesures efficaces à des évaluations réalistes de la menace. Il ne sera pas possible de prévoir précisément quel agent de menace naîtra de l'expansion

de la gamme des menaces, ce qui obligera à mettre l'accent sur l'identification après le premier usage. La base de la détection CBR devra s'élargir, et celle-ci devra devenir plus précise; quant aux méthodes d'identification, elles devront être plus rapides et plus disséminées. Des réseaux de capteurs et une capacité de détection à distance de sécurité se répandront de plus en plus. Ces capacités prises collectivement faciliteront la gestion des conséquences et réduiront l'incidence opérationnelle et personnelle des menaces asymétriques et des dangers CBR.

Objectifs stratégiques

(A) **Évaluation des dangers et gestion des conséquences pour l'amélioration de la prise de décisions :** Modéliser à haute fidélité l'évaluation de la menace pour que les premiers intervenants, les commandants des opérations et les chefs politiques disposent d'une meilleure information sur la situation des forces, de renseignements plus précis et de meilleures aides à la décision. Les technologies utilisées comprennent la modélisation et la simulation, la validation des essais sur le terrain, la fusion des données de renseignement, la réalité virtuelle et les techniques informatiques de pointe.

(B) **Détection des menaces asymétriques, identification et diagnostics pour les contrer :** Fusionner les nanotechnologies et les biotechnologies dans la conception de nouveaux capteurs pour faciliter la mise au point de systèmes de détection à distance de sécurité ainsi que d'ensembles et de plates-formes de capteurs, dont l'intégration aux technologies d'identification des dangers CBR constituera une défi de taille à long terme.

(C) **Protection individuelle et collective pour le perfectionnement des contre-mesures CBR :** Développer la protection des systèmes, y compris l'intégration des technologies et des sous-systèmes commerciaux dans la mesure du possible. Faire appel à la biotechnologie et aux matériaux de pointe pour intégrer les capteurs et les revêtements ou en tirer parti. Assurer également la protection des équipements électroniques et la survie d'autres infrastructures technologiques essentielles. Élaborer des procédures et des matériaux pour assurer, en toute sécurité, la décontamination appropriée du personnel, des infrastructures et des actifs.

Simulation et modélisation pour l'acquisition, les besoins, les essais et l'instruction (SMARRT)

Définition

La R & D sur les systèmes SMARRT porte sur la modélisation et simulation pour évaluer les futurs concepts des forces afin de mettre au point des techniques modernes d'acquisition à faible coût et en vue d'accroître l'efficacité de l'instruction et des exercices préparatoires des futures forces. Elle comprend la formulation et la production de concepts, la mise en œuvre, la validation, la vérification et la reconnaissance de modèles et de simulations de tous les niveaux hiérarchiques et quelle que soit leur classe (exercice, réalité virtuelle ou simulation constructive matérielle). On peut relier des modèles ou

des simulations et former des scénarios virtuels dans le but de fournir une analyse complète de l'espace de combat, de fournir une analyse des options opérationnelles qui permet aux décideurs de choisir l'option la plus appropriée, et de fournir aux équipes opérationnelles la possibilité de s'entraîner dans un environnement à risque contrôlé.

Tendances, menaces et possibilités

La modélisation et simulation est un élément essentiel de l'élaboration et l'expérimentation de concepts (EEC). On se sert de plus en plus de milieux synthétiques interactifs pour étudier les futurs concepts et déterminer les futures capacités. Leurs utilisateurs peuvent « combattre » un système dans divers scénarios présents et futurs et élaborer des doctrines pour les futures FC. La modélisation et simulation peut servir à évaluer la faisabilité technique et l'utilité opérationnelle, l'efficacité de l'interface homme-machine et les procédures à suivre pour tirer profit de la technologie. Elle permet également d'évaluer l'efficacité du matériel ou des logiciels proposés dans l'environnement dans lequel ils seront utilisés, et d'estimer l'impact de l'utilisation de nouvelles capacités ou de matériel particulier sur l'issue d'un combat. Les principaux outils employés dans le cadre de cet usage particulier de la modélisation et simulation dans l'expérimentation comprennent notamment l'architecture HLA et le modèle Federation Development and Execution Process (FEDEP).

La R & D d'avant-garde aidera le MDN et les FC à tirer parti de concepts d'acquisition évolués comme les méthodologies de systèmes de systèmes, l'acquisition fondée sur la simulation, les milieux numériques intégrés, la planification du cycle de vie et l'acquisition évolutive. Il est alors possible de réduire considérablement le temps, les ressources et les risques requis pour l'acquisition et la GCV des nouvelles capacités.

Dans le domaine de l'entraînement, les simulations peuvent améliorer la préparation des opérateurs en les dotant des connaissances, des compétences, des habiletés et de la confiance exigées dans l'exécution de leurs tâches militaires. Ces objectifs de comportement, qui nécessitent une appréciation des problèmes psychologiques et des facteurs humains, demandent que l'on conçoive et utilise un simulateur pour que le transfert de connaissances soit efficace. Grâce à la poussée technologique amorcée par les industries créatrices des produits commerciaux, on peut améliorer la simulation et la modélisation dans les environnements synthétiques et réduire le coût de ces opérations en tirant profit de ces produits. Les opérations internationales de l'avenir exigeront, des chefs militaires, la capacité de planifier, de former et de procéder à la répétition de missions spécifiques dans un environnement virtuel interopérable. La simulation et la modélisation offrent la possibilité de préparer les forces à participer à des opérations particulières par des exercices reconfigurables et effectués dans un contexte représentant fidèlement la réalité.

Objectifs stratégiques

(A) **Instruments de modélisation et simulation pour la formulation de concepts opérationnels à venir et l'identification des capacités futures :** Mettre au point la prochaine génération d'environnements synthétiques en vue de leur utilisation dans le cadre de l'EEC. Ceux-ci permettront d'identifier et de définir les capacités dont les FC auront besoin à

l'avenir. La R & D comprendra la réutilisation d'éléments, la conceptualisation et les symboles ainsi que la représentation des futures technologies dans les environnements synthétiques. On appliquera et étendra les outils utilisés à l'heure actuelle, comme l'architecture HLA, le modèle FEDEP et la norme Synthetic Environment Data Representation & Interchange Specification (SEDRIS), afin d'identifier et de définir les futures capacités dans le cadre d'initiatives particulières des FC.

(B) **Conception des systèmes et principes d'acquisition évolués pour la modernisation des processus de défense :** Mettre au point et utiliser des méthodologies de systémique de pointe, y compris les approches de systèmes-de-systèmes, l'acquisition fondée sur la simulation, les environnements numériques intégrés, la planification du cycle de vie et l'acquisition évolutive, à l'appui des initiatives prises par les FC pour moderniser la défense.

C) **Facteurs humains des systèmes SMARRT pour l'intervention humaine et la représentation du comportement humain :** Tirer profit du réseautage, de la réalité virtuelle, des facteurs humains, de la visualisation et des derniers progrès accomplis dans les simulations réalistes, virtuelles et constructives. On procédera à l'élaboration, à la validation, à la vérification et à la reconnaissance des modèles de comportement humain pour déterminer et accroître l'utilité et la validité prédictive des principaux modèles de comportement individuel et organisationnel, ce qui suppose se servir des facteurs humains, de la modélisation et simulation, de l'intégration de systèmes humains et du génie logiciel pour parvenir à une meilleure prise de décisions, plus rapide. L'utilisation de l'intelligence artificielle et des progrès du génie logiciel permettra d'approfondir la compréhension de la performance humaine et de mieux la représenter dans les simulations.

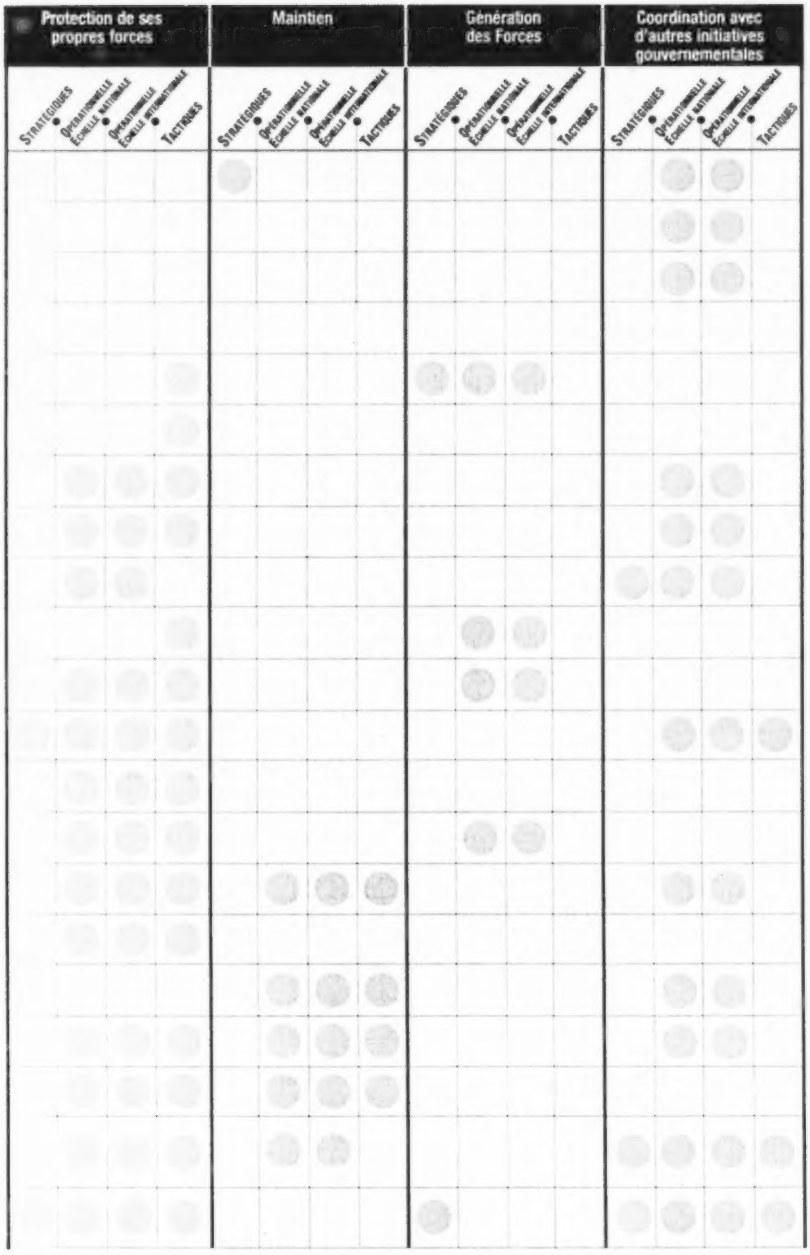
Des soldats perfectionnent leurs compétences dans un champ de tir simulé.

D) **Modèles virtuels pour l'optimisation des plates-formes comme systèmes d'armes intégrés :** Combiner les modèles de performance des plates-formes et les modèles de systèmes de combat pour produire des plates-formes virtuelles pouvant simuler tous les aspects de la performance, en particulier dans des environnements complexes, pour lesquels il est difficile de préparer des exercices réels, ce qui facilitera l'optimisation des plates-formes comme systèmes d'armes intégrés. On s'attend à récolter des retombées plus grandes que ne le permettraient des progrès réalisés dans les technologies prises individuellement. L'imposition de la conformité aux normes HLA contribuera à récolter les avantages complets d'une collaboration avec d'autres nations et organisations.

Tableau 1 : Liens entre les activités de R & D et les capacités stratégiques

Tableau 1 : Liens entre les activités de R & D et les capacités stratégiques

Activités de R & D	Capacités stratégiques															
	Commandement				Information et renseignement				Conduite d'opérations				Mobilité			
	Stratégiques	Opérationnelle Échelle nationale	Opérationnelle Échelle internationale	Tactiques	Stratégiques	Opérationnelle Échelle nationale	Opérationnelle Échelle internationale	Tactiques	Stratégiques	Opérationnelle Échelle nationale	Opérationnelle Échelle internationale	Tactiques	Stratégiques	Opérationnelle Échelle nationale	Opérationnelle Échelle internationale	Tactiques
Performance et expérimentation des systèmes d'information, de commandement et de contrôle	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
Gestion de l'information et des connaissances	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●				
Communications		●	●	●	●	●	●	●		●	●	●				
Facteurs humains et systèmes d'aide aux décisions		●	●	●						●	●	●				
Efficacité du commandement et comportement	●	●	●	●								●				
Systèmes intelligents autonomes					●	●	●	●				●		●	●	●
Détection (aérienne et en surface)					●	●	●	●		●	●	●				
Détection et contre-mesures sous-marines					●	●	●	●		●	●	●				
Systèmes spatiaux					●	●	●	●		●	●	●				
Guerre électro-optique								●				●				
Guerre électronique radiofréquence					●	●	●	●				●				
Opérations d'information de réseau					●	●	●	●	●	●	●	●				
Armes de précision										●	●	●				
Efficacité des armes et contre-mesures										●	●	●				
Nouveaux matériaux et biotechnologie												●				●
Gestion des signatures										●	●	●				
Performance des plates-formes et gestion du cycle de vie										●	●	●		●	●	●
Techniques de survie dans divers milieux												●				
Médecine opérationnelle										●	●	●				
Évaluation et identification des dangers chimiques/ biologiques/radiologiques et protection contre ces dangers								●				●				
Simulation et modélisation pour l'acquisition, les besoins, les essais et l'instruction		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●


Protection de ses propres forces
Maintien
Génération des Forces
Coordination avec d'autres initiatives gouvernementales
Stratégiques
Opérationnelle Échelle nationale
Opérationnelle Échelle internationale
Tactiques

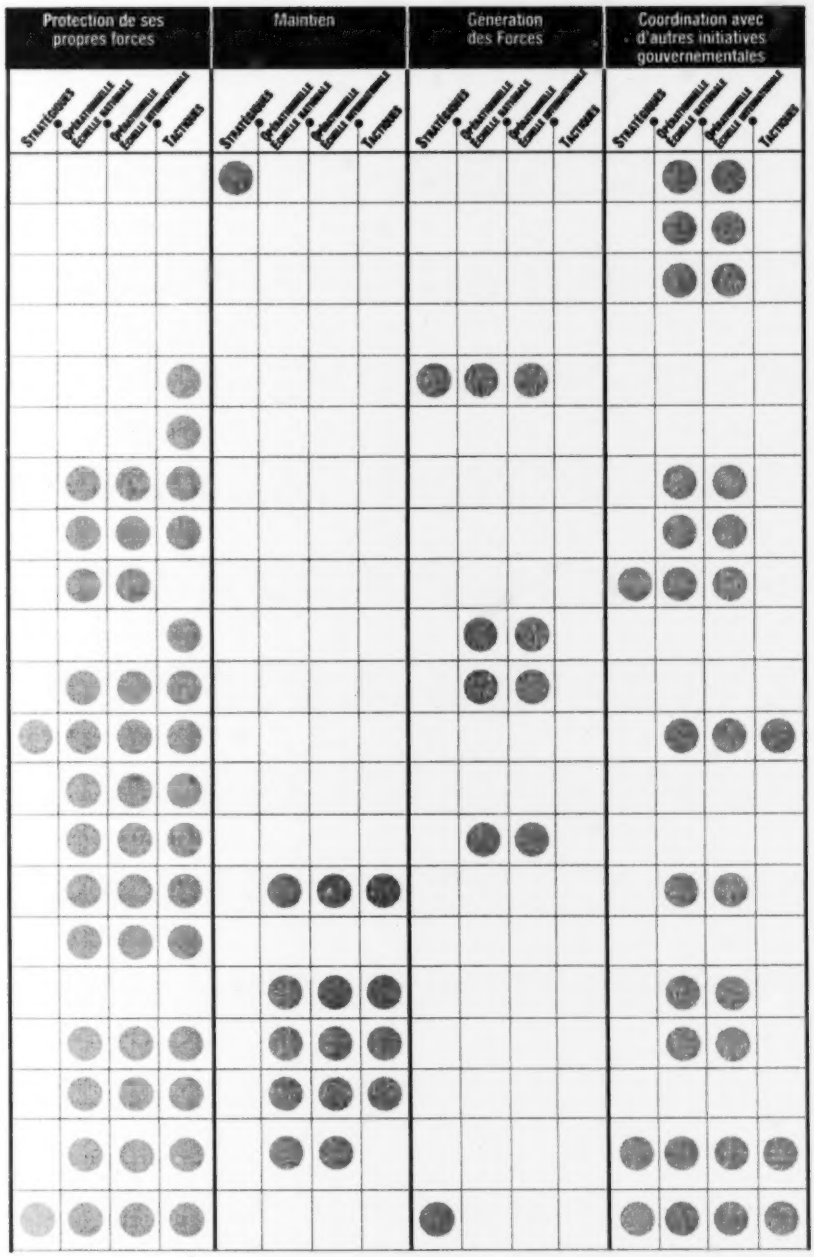
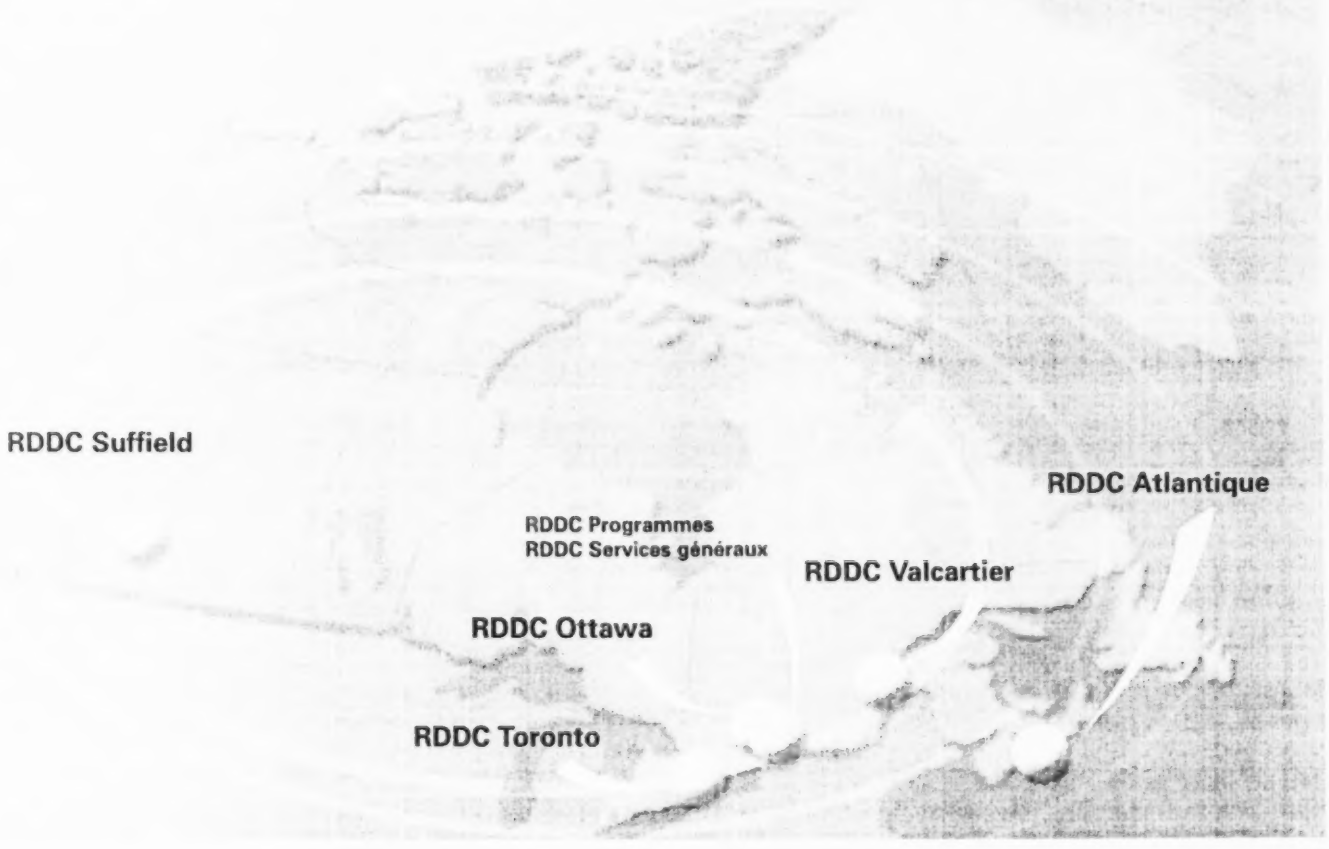

Protection de ses propres forces
Maintien
Génération des Forces
Coordination avec d'autres initiatives gouvernementales
Stratégiques
Opérationnelle échelle nationale
Opérationnelle échelle internationale
Tactiques

Tableau 2 : Liste d'acronymes

A	
ADN	Acide désoxyribonucléique
AMG	Autres ministères du gouvernement
ATR	Reconnaissance automatique de cibles
C	
C2	Commandement et contrôle
C3I	Commandement, contrôle, communication et renseignement
C4I	Commandement, contrôle, communication, informatique et renseignement
CAO	Conception assistée par ordinateur
CB	Chimique et biologique
CBR	Chimique, biologique et radiologique
CME	Contre-mesures électroniques
CMEO	Contre-mesures électro-optiques
D	
DCBR	Défense chimique, biologique et radiologique
DT	Défense par torpilles
E	
EDC	Estimation des dégâts de combat
EEC	Élaboration et expérimentation de concepts
EM	Électromagnétique
EO	Électro-optique
F	
FC	Forces canadiennes
FEDEP	Federation Development and Execution Process
G	
GASM	Guerre anti-sous-marine
GCV	Gestion du cycle de vie
GE	Guerre électronique
GIC	Gestion de l'information et des connaissances
GSM	Guerre sous-marine
H	
HELOVA	High Energy LOw Vulnerability Ammunition
HLA	High Level Architecture
I	
IFF	Identification ami-ennemi
IR	Infrarouge
ISH	Intégration des systèmes humains
ISTAR	Renseignement, surveillance, acquisition d'objectif et reconnaissance
L	
LCM	Lutte contre les mines
M	
ManPAD	Système antiaérien portable
MAR	Matériau absorbant radar
MDN	Ministère de la Défense nationale
MEMS	Systèmes microélectromécaniques
MIT	Matériaux industriels toxiques
MPE	Mesures de protection électroniques
MSE	Mesures de soutien électroniques
MSEO	Mesures de soutien électro-optiques
N	
NORAD	Défense aérospatiale de l'Amérique du Nord
P	
PE	Protocole d'entente
R	
RAS	Radar à antenne synthétique
R & D	Recherche et développement
RAM	Révolution dans les affaires militaires
RDDC	Recherche et Développement pour la défense Canada
RF	Radiofréquence
RID	Réseau d'information de la Défense
RSR	Renseignement, surveillance et reconnaissance
S	
S & T	Sciences et technologie
SAD	Système d'aide à la décision
SEDRIS	Synthetic Environment Data Representation & Interchange Specification
SIA	Systèmes intelligents autonomes
SICC	Systèmes d'information, de commandement et de contrôle
SIT	Stratégie d'investissement technologique
SMARRT	Simulation et modélisation pour l'acquisition, les besoins, les essais et l'instruction
STA	Surveillance et acquisition de cibles
T	
TI	Technologie de l'information
T/R	Émission/réception
U	
UV	Ultraviolet
V	
V/L	Vulnérabilité et létalité

DEFENCE R&D DÉFENSE

N° de catalogue D2-141/2002
ISBN 0-662-66745-X